



TUGAS AKHIR - RG 141536

**ANALISA ESTIMASI PRODUKSI PADI
BERDASARKAN LUAS PANEN DENGAN DATA
CITRA SATELIT LANDSAT 8 MENGGUNAKAN
METODE REGRESI LINIER
(Studi Kasus: Kab. Sidoarjo, Jawa Timur)**

NURWATIK
NRP 3511 100 019

Dosen Pembimbing
Agung Budi Cahyono, ST, MSc, DEA

JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh November
Surabaya 2015

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL PROJECT - RG 141536

**ANALYSIS OF PADDY PRODUCTION ESTIMATE
BASED ON OF RICE HARVEST WITH BROAD
LANDSAT SATELLITE IMAGERY 8 USING
LINEAR REGRESSION
(Case Study: Sidoarjo regency, East Java)**

NURWATIK
NRP 3511 100 019

Supervisor
Agung Budi Cahyono, ST, MSc, DEA

GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2015

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**ANALISA ESTIMASI PRODUKSI PADI
BERDASARKAN LUAS PANEN DENGAN DATA
CITRA SATELIT LANDSAT 8 MENGGUNAKAN
METODE REGRESI LINIER
(Studi Kasus : Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana
pada
Program Studi S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
NURWATIK
Nrp. 3511 100 019

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :
Agung Budi Cahyono, ST, MSc, DEA
NIP. 19690520 199903 1 002



SURABAYA, 2015

v



**ANALISA ESTIMASI PRODUKSI PADI BERDASARKAN
LUAS PANEN DENGAN DATA CITRA SATELIT
LANDSAT 8 MENGGUNAKAN METODE REGRESI
LINIER
(Studi Kasus : Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur)**

Nama Mahasiswa : Nurwatik
NRP : 3511 100 019
Jurusan : Teknik Geomatika FTSP- ITS
Dosen Pembimbing : Agung Budi Cahyono, ST, MSc, DEA

Abstrak

Kabupaten Sidoarjo adalah kabupaten yang memiliki perkembangan pembangunan yang tergolong cepat. Sehingga ketersediaan lahan pertanian semakin tahun semakin mengalami penyusutan. Oleh karena itu diperlukan adanya pemantauan produksi padi secara berkala dan kontinu.

Pemanfaatan citra satelit telah banyak digunakan dalam beberapa kegiatan penelitian maupun survei karena efisiensi waktu dan cakupan areanya. Oleh karena itu, dalam penelitian ini citra satelit dipilih sebagai metode pemantauan fase pertumbuhan padi yang diharapkan dapat menjadi solusi dalam pemantauan berkala produksi padi di Kabupaten Sidoarjo.

Dalam penelitian ini, citra satelit yang digunakan adalah citra satelit Landsat 8. Metode yang digunakan adalah dengan pemantauan luas panen padi berdasarkan fase pertumbuhan padi. Sedangkan dalam menentukan produksi padi digunakan persamaan regresi linier dengan variabel bebas yaitu luas panen padi dan variabel terikat yaitu produksi padi.

Identifikasi 9 fase pertumbuhan padi menggunakan algoritma indeks vegetasi. Indeks vegetasi yang digunakan adalah NDVI, SAVI, dan MSAVI. Dari identifikasi tersebut dilakukan regresi antara fase pertumbuhan dan indeks vegetasi dan diperoleh hasil bahwa NDVI memiliki korelasi paling baik

dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,840. Namun pada grafik regresi terdapat persamaan nilai indeks vegetasi antara fase 3,4,5 dan fase 7,8,9 sehingga diperlukan pembeda fase yaitu reflektan gelombang SWIR1. Perbedaan tersebut yaitu fase 3,4,5 memiliki reflektan $<0,12$ sedangkan fase 7,8,9 memiliki reflektan $>0,12$. Dari identifikasi luas panen menggunakan indeks vegetasi diperoleh luas sebesar 12786.633 Ha.

Dalam estimasi produksi padi diperlukan persamaan garis regresi dari time series data luas panen dan produksi padi pada periode sebelumnya. Hasil persamaan regresi tersebut yaitu $Y = - 5360,267 + 6,306 X + e$. Hasil estimasi produksi padi Kabupaten Sidoarjo sebesar 75272.239 ton beras.

Kata kunci : Produksi padi, NDVI, SAVI, MSAVI, SWIR1, regresi linier

ANALYSIS OF PADDY PRODUCTION ESTIMATE BASED ON OF RICE HARVEST WITH BROAD LANDSAT SATELLITE IMAGERY 8 USING LINEAR REGRESSION

(Case Study: Sidoarjo regency, East Java)

Name : Nurwatik
NRP : 3511 100 019
Department : Teknik Geomatika FTSP- ITS
Supervisor : Agung Budi Cahyono, ST, MSc, DEA

Abstract

Sidoarjo district is a district that has a relatively rapid development progress. So that the availability of more and more agricultural land is declining. Therefore, it is necessary to periodically and continuously monitoring paddy production.

Utilization of satellite imagery has been widely used in many research activities as well as surveys for time efficiency and coverage area. Therefore, in this study satellite imagery is chosen as a method of monitoring the growth phase of paddy is expected to be a solution in the periodic monitoring of paddy production in Sidoarjo.

In this study, satellite imagery which used is Landsat satellite imagery 8. The method used is by monitoring the rice harvested area by rice growth phase. Meanwhile, paddy production is used in determining the linear regression equation with independent variables that rice harvested area and the dependent variable is the paddy production.

9 Identification of rice growth phase using vegetation index algorithm. Vegetation index used is the NDVI, SAVI, and MSAVI. From the identification of regression was conducted between phases of growth and vegetation index and NDVI obtained results that best correlated with the coefficient of determination (R^2) of 0.840. But there are similarities in the

regression graph vegetation index values between the phases 3,4,5 and 7,8,9 phase so that the necessary differentiation phases SWIR1 wave reflectance. The difference that is the phase 3,4,5 has reflectance <0.12 while 7,8,9 phase has reflectance > 0.12. From the identification of the harvested area using vegetation indices obtained an area of 12786.633 ha. In the estimation of rice production needed regression line of the time series of data harvested area and paddy production in the previous period. Results of the regression equation is $Y = -5360.267 + 6.306 X + e$. The estimation results of Sidoarjo regency paddy production amounted 75272.239 tons of rice.

Keyword : Paddy Production, NDVI, SAVI, MSAVI, SWIR1, Linier regression

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah- Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “**Analisa Estimasi Produksi Padi Berdasarkan Luas Panen dengan Data Citra Satelit Landsat 8 Menggunakan Metode Regresi Linier Studi Kasus : Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur**” dengan baik dan lancar.

Selama pelaksanaan Tugas Akhir, banyak pihak yang telah memberikan bantuan dan dorongan secara moral maupun material yang diterima penulis. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Orang tua penulis, Bapak Samsul Ma'arif dan Ibu Rufi'ah yang telah memberikan dukungan dan doanya sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Bapak Agung Budi Cahyono, ST, MSc, DEA selaku dosen pembimbing atas segala bimbingan dan sarannya.
3. Bapak Dr. Ir. Muhammad Taufik selaku Ketua Jurusan Teknik Geomatika ITS.
4. Dinas Pertanian, Peternakan dan Perkebunan Kabupaten Sidoarjo dan Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Sidoarjo yang telah memberikan bantuan data.
5. Teman-teman seperjuangan **G13**, G12 Teknik Geomatika ITS atas segala dukungannya.
6. Seluruh dosen dan karyawan Teknik Geomatika ITS yang telah memberikan segala bantuan dan dukungan.
7. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung hingga terselesainya tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan.

Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan membalas kebaikan pihak – pihak yang telah membantu penulis dalam Tugas Akhir ini.

Penulis mengharapkan adanya saran sebagai pembelajaran bagi penulis untuk menjadi lebih baik. Tidak lupa penulis sampaikan mohon maaf apabila ada kesalahan pada penulisan

laporan ini. Demikian ucapan terima kasih ini, semoga laporan Tugas Akhir ini mampu memberi manfaat bagi yang berkepentingan.

Surabaya, Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tanaman Padi	5
2.2 Konsep Lahan Pertanian.....	8
2.3 Penginderaan Jauh	9
2.4 Satelit Landsat 8	11
2.5 Koreksi Geometrik	13

2.5.1	Klasifikasi Koreksi Geometrik	14
2.5.2	Akurasi Hasil Koreksi Geometrik	14
2.6	Klasifikasi Citra	15
2.7	Uji Akurasi Klasifikasi	15
2.8	Indeks Vegetasi.....	17
2.9	Regresi Linier	19
2.10	Penanganan Panen Padi	21
2.11	Pengolah Citra	22
2.12	Penelitian Terdahulu.....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		25
3.1	Lokasi Penelitian	25
3.2	Data dan Peralatan.....	26
3.2.1	Data.....	26
3.2.2	Peralatan	26
3.3	Metodologi Penelitian.....	26
3.3.1	Tahapan Penelitian	26
3.3.2	Tahapan Pengolahan Data	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		33
4.1	Hasil Pengolahan Data Citra Satelit Landsat 8.....	33
4.1.1	Koreksi Geometrik	33
4.1.2	Pemotongan Daerah Penelitian.....	34
4.1.3	Perubahan <i>Digital Number</i> menjadi reflektan	35
4.2	Hasil Perhitungan Nilai Indeks Vegetasi	37

4.3	Hasil Pengambilan Sampel.....	39
4.4	Hasil Analisis Regresi	43
4.5	Analisa Hasil Persamaan Regresi Terbaik	46
4.6	Hasil Perhitungan Luas Panen.....	51
4.7	Hasil Pemodelan Persamaan Garis Regresi.....	53
4.8	Estimasi Produksi Padi	55
4.9	Uji Validasi Hasil Estimasi	57
4.10	Peta Persebaran Produksi Padi	61
BAB V PENUTUP		63
5.1	Kesimpulan.....	63
5.2	Saran	63
DAFTAR PUSTAKA.....		65

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tahap Pertumbuhan Padi.....	7
Tabel 2.2	Spesifikasi Satelit Landsat 8.....	12
Tabel 2.3	Spesifikasi Kanal-Kanal Spektral Pencitra LDCM (Landsat-8) (yang diperlukan oleh NASA/USGS)	13
Tabel 4.1	Hasil Kesalahan RMS Setiap Titik.....	34
Tabel 4.2	Nilai Indeks Vegetasi setiap Fase Pertumbuhan Padi.....	41
Tabel 4.3	Hasil Regresi Fase Pertumbuhan Padi dan Indeks Vegetasi.....	45
Tabel 4.4	Identifikasi Nilai SWIR2.....	47
Tabel 4.5	Hasil <i>Fitting Point</i> NDVI untuk Fase Pertumbuhan Padi.....	50
Tabel 4.6	Luas Panen Setiap Fase Pertumbuhan Padi.....	51
Tabel 4.7	Uji Regresi Statistik.....	53
Tabel 4.8	Anova	54
Tabel 4.9	Persamaan Garis Regresi.....	55
Tabel 4.10	Luas dan Produksi Padi Perkecamatan.....	57
Tabel 4.11	Perbandingan Produksi Padi Ramalan dan Lapangan	60
Tabel 4.12	Uji Regresi Statistik.....	60
Tabel 4.13	Anova	60

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tanaman Padi	5
Gambar 2.2	Ilustrasi Penginderaan Jauh	11
Gambar 2.2	Satelit LDCM Landsat 8.....	12
Gambar 3.1	Peta Lokasi Penelitian	25
Gambar 3.2	Tahapan Penelitian	27
Gambar 3.3	Diagram Alir Pengolahan Data	30
Gambar 4.1	Hasil Perhitungan Kesalahan RMS	33
Gambar 4.3	Hasil Pemotongan Daerah Penelitian	35
Gambar 4.4	Nilai Piksel <i>Digital Number</i>	36
Gambar 4.5	Nilai Piksel Reflektan.....	37
Gambar 4.6	Hasil Perhitungan NDVI	38
Gambar 4.7	Hasil Perhitungan SAVI.....	38
Gambar 4.8	Hasil Perhitungan MSAVI	39
Gambar 4.9	Peta Persebaran Titik Sampel Fase Pertumbuhan Padi.....	40
Gambar 4.10	Grafik Regresi NDVI dan Fase Pertumbuhan Padi.....	43
Gambar 4.11	Grafik Regresi SAVI dan Fase Pertumbuhan Padi.....	44
Gambar 4.12	Grafik Regresi MSAVI dan Fase Pertumbuhan Padi.....	44
Gambar 4.13	Grafik Reflektan SWIR1	49
Gambar 4.14	Kurva Pemodelan Persamaan Regresi Linier	53

Gambar 4.15	Grafik Produksi Padi Perkecamatan	598
Gambar 4.16	Pengambilan Sampel Ubinan.....	59
Gambar 4.17	Peta Persebaran Produksi Padi <i>Subround</i> 1 Kabupaten Sidoarjo	61

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman padi (*Oryza sativa*, *sp*) termasuk kelompok tanaman pangan yang sangat penting dan bermanfaat bagi kehidupan masyarakat Indonesia. Sampai saat ini, lebih dari 50% produksi padi nasional berasal dari area sawah di Pulau Jawa. Sehingga apabila terjadi penurunan tingkat produksi dan produktivitas padi di Jawa secara drastis, maka dapat mempengaruhi ketersediaan beras nasional dan akan berdampak negatif terhadap sektor-sektor lainnya (Wahyunto dkk.,2006).

Sidoarjo merupakan salah satu kabupaten yang memiliki perkembangan pembangunan yang tergolong cepat. Sehingga ketersediaan lahan pertanian semakin tahun semakin mengalami penyusutan. Dinas pertanian Peternakan dan Perkebunan (DP3) Sidoarjo masih optimis produksi padi di Kabupaten Sidoarjo masih diatas rata- rata daerah lain di Jawa Timur. Dengan target produksi padi Jawa Timur 6 ton perhektar, lahan pertanian Sidoarjo mampu menghasilkan 7 ton perhektar dengan total sawah produktif berkisar 22.000 sampai 24.000 hektar (Humas DPRD Kab.Sidoarjo,2011).

Dengan kondisi tersebut diperlukan adanya teknologi yang mampu memantau kestabilan produksi pertanian secara berkala. Angka produksi pertanian telah didapatkan Badan Pusat Statistik (BPS) dengan menggunakan teknik peramalan tidak langsung, yaitu peramalan produksi padi melalui peramalan luas panen dan produktivitas padi. Dalam peramalan BPS tersebut pemantauan pertumbuhan padi dilakukan secara langsung dengan cakupan area yang luas, sehingga membutuhkan waktu lama untuk dapat melakukan perhitungan produksi padi. Oleh karena itu, untuk peramalan produksi padi diperlukan metode

pemantauan secara cepat, akurat, dan mampu mencakup area yang luas.

Pemanfaatan citra satelit Landsat telah banyak digunakan untuk beberapa kegiatan survei maupun penelitian, antara lain geologi, pertambangan, geomorfologi, hidrologi, dan kehutanan. Dalam setiap perekaman, citra landsat mempunyai cakupan area 185 km x 185 km, sehingga aspek dari objek tertentu yang cukup luas dapat diidentifikasi tanpa menjelajah seluruh daerah yang disurvei atau yang diteliti. Dengan demikian, metode ini dapat menghemat waktu maupun biaya dalam pelaksanaannya dibanding cara konvensional atau survei secara terestris di lapangan (Wahyunto dkk,1995).

Landsat 8 memiliki beberapa keunggulan khususnya terkait spesifikasi band-band yang dimiliki maupun panjang rentang spektrum gelombang elektromagnetik yang ditangkap. Sebagaimana telah diketahui, warna objek pada citra tersusun atas 3 warna dasar, yaitu Red, Green dan Blue (RGB). Dengan makin banyaknya band sebagai penyusun RGB komposit, maka warna-warna obyek menjadi lebih bervariasi.

Selain itu akses data citra Landsat terbuka dan gratis. Meskipun resolusi yang dimiliki tidak setinggi citra berbayar seperti Ikonos, Geo Eye atau Quick Bird, namun resolusi 30 m dan piksel 12 bit akan memberikan begitu banyak informasi berharga bagi para pengguna. Terlebih lagi, produk citra ini bersifat *time series* tanpa *striping* (kelemahan Landsat 7 setelah tahun 2003). Dengan memanfaatkan citra-citra keluaran versi sebelumnya, tentunya akan lebih banyak lagi informasi yang dapat tergali. Dengan teknologi citra satelit Landsat 8 diharapkan adanya kemudahan dalam pemantauan luas panen yang lebih efisien.

Sidoarjo termasuk daerah delta sehingga nilai produktivitas padi cenderung sama setiap periode pamantauannya. Dengan kondisi tersebut diperlukan metode

peramalan dua variabel. Regresi linier sederhana adalah metode mencari hubungan antara dua variabel, yaitu variabel bebas dan terikat. Dengan persamaan hubungan tersebut, akan didapatkan model persamaan (*trend*). *Trend* tersebut dapat digunakan untuk mengetahui nilai variabel terikat pada waktu yang akan datang. Dengan metode ini, diharapkan adanya kemudahan dalam menentukan nilai produksi di waktu yang akan datang dengan variabel bebas yaitu luas panen.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Bagaimana menentukan luas panen berdasarkan fase pertumbuhan menggunakan NDVI, MSAVI, dan SAVI dari citra satelit Landsat 8 ?
- b. Bagaimana estimasi produksi padi Kabupaten Sidoarjo pada *subround* 1 menggunakan metode regresi linier ?
- c. Bagaimana ketelitian hasil estimasi produksi padi *subround* 1 berdasarkan data produksi padi Badan Pertanian Kabupaten Sidoarjo?
- d. Bagaimana persebaran produksi padi di Kabupaten Sidoarjo pada *subround* 1 tahun 2015?

1.3 Batasan Masalah

- a. Wilayah studi dalam penelitian ini adalah Kabupaten Sidoarjo, Provinsi Jawa Timur.
- b. Citra satelit yang digunakan dalam penelitian ini adalah Landsat 8 pada tahun 2015.
- c. Metode statistik yang digunakan untuk perhitungan produksi padi adalah regresi linier.
- d. Sawah yang dimaksud dalam penelitian adalah sawah irigasi.
- e. Produksi *subround* 1 adalah bulan periode Januari - April.

1.4 Tujuan

- a. Mengetahui luas panen berdasarkan fase pertumbuhan menggunakan NDVI, MSAVI, dan SAVI dari citra satelit Landsat 8.
- b. Mengetahui estimasi produksi padi Kabupaten Sidoarjo *subround* 1 menggunakan metode regresi linier.
- c. Mengetahui ketelitian hasil estimasi produksi padi *subround* 1 berdasarkan data produksi padi Badan Pertanian Kabupaten Sidoarjo.
- d. Mengetahui persebaran produksi padi di Kabupaten Sidoarjo pada *subround* 1 tahun 2015.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah menghasilkan estimasi produksi padi berdasarkan luas panen menggunakan teknologi penginderaan jauh sebagai pertimbangan dalam menentukan kebijakan ketahanan pangan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Padi

Padi merupakan tanaman pangan berupa rumput berumpun. Tanaman pertanian kuno berasal dari dua benua yaitu Asia dan Afrika Barat tropis dan subtropis. Bukti sejarah memperlihatkan bahwa penanaman padi di Zhejiang (Cina) sudah dimulai pada 3.000 tahun SM. Fosil butir padi dan gabah ditemukan di Hastinapur Uttar Pradesh India sekitar 100-800 SM. Selain Cina dan India, beberapa wilayah asal padi adalah, Bangladesh Utara, Burma, Thailand, Laos, Vietnam (Prihatman,2000).



Gambar 2.1 Tanaman Padi

Sumber : Sudir, 2014

Berdasarkan pengamatan dan studi yang telah dilakukan Lu dan Chang (1980) menyimpulkan bahwa *Oryza Sativa* atau padi telah mengalami perubahan-perubahan morfologi dan fisiologi selama proses pembudidayaan. Perubahan-perubahan tersebut meliputi ukuran daun yang menjadi lebih besar, lebih panjang, dan tebal. Jumlah daun juga menjadi lebih banyak dan laju pertumbuhan tanaman lebih cepat. Jumlah cabang- cabang

sekunder pada malai juga lebih banyak, bobot gabah lebih tinggi, laju pertumbuhan bibit lebih cepat, anakan menjadi lebih banyak, dan pembentukan malai lebih sinkron dengan perkembangan anakan (Makarim dan Suhartatik, tanpa tahun).

Terdapat 25 spesies *Oryza*, yang dikenal adalah *O. sativa* dengan dua *subspecies* yaitu *Indica* (padi bulu) yang ditanam di Indonesia dan *Sinica* (padi cere). Padi dibedakan dalam dua tipe yaitu padi kering (gogo) yang ditanam di dataran tinggi dan padi sawah di dataran rendah yang memerlukan penggenangan. Varitas unggul nasional berasal dari Bogor: Pelita I/1, Pelita I/2, Adil dan Makmur (dataran tinggi), Gemar, Gati, GH 19, GH 34 dan GH 120 (dataran rendah). Varitas unggul introduksi dari *International Rice Research Institute* (IRRI) Filipina adalah jenis IR atau PB yaitu IR 22, IR 14, IR 46 dan IR 54 (dataran rendah); PB32, PB 34, PB 36 dan PB 48 (dataran rendah) (Prihatman, 2000).

Pertumbuhan tanaman padi dibagi ke dalam tiga fase: (1) vegetative (awal pertumbuhan sampai pembentukan bakal malai/primordia); (2) reproduktif (primordia sampai pembungaan); dan (3) pematangan (pembungaan sampai gabah matang). Standar pertumbuhan padi didasarkan pada *International Rice Research Institute* (IRRI) terdapat pada tabel 2.1.

Fase vegetatif merupakan fase pertumbuhan organ-organ vegetatif seperti penambahan jumlah anakan, tinggi tanaman, jumlah, bobot, dan luas daun. Lama fase ini beragam, yang menyebabkan adanya perbedaan umur tanaman. Fase reproduktif ditandai dengan memanjangnya beberapa ruas teratas batang tanaman, munculnya daun bendera, bunting, dan pembungaan. Inisiasi primordia malai biasanya dimulai 30 hari sebelum *heading* dan waktunya hampir bersamaan dengan pemanjangan ruas-ruas batang, yang terus berlanjut sampai berbunga. Oleh sebab itu, stadia reproduktif disebut juga stadia pemanjangan ruas. Di daerah

tropis, untuk kebanyakan varietas padi, lama fase reproduktif umumnya 35 hari dan fase pematangan sekitar 30 hari. Perbedaan masa pertumbuhan (umur) hanya ditentukan oleh lamanya fase vegetatif (Makarim dan Suhartatik, tanpa tahun).

Tabel 2.1 Tahap Pertumbuhan Padi
Sumber : IRRI dalam Syafrisyin, 2013

Fase	Tahap	Keterangan
Vegetatif	<i>Seedling</i>	Pembenihan
	<i>Tillering</i>	Penanaman benih padi
	<i>Stem elongation</i>	Padi mulai tumbuh tinggi
Reproduktif	<i>Penicle Initiation to booting</i>	Padi bunting
	<i>Heading</i>	Keluar malai
	<i>Flowering</i>	Malai menjadi bunga
Ripening	<i>Milk grain</i>	Pengisian butiran padi
	<i>Dough grain</i>	Pemasakan, daun hijau
	<i>Mature grain</i>	Pemasakan, daun kuning

Menurut Wahyunto dan Hikmatullah (tanpa tahun), dalam Noer (2008), perkiraan masa panen padi dapat dilakukan dalam tiga periode pemantauan (*subround*), yaitu:

- Subround 1* (Januari-April) : untuk perkiraan panen bulan Februari, Maret, April, dan Mei.
- Subround 2* (Mei-Agustus) : untuk perkiraan panen bulan Juni, Juli, Agustus dan September.
- Subround 3* (September-Desember) : untuk perkiraan panen bulan Oktober, Nopember, Desember, dan Januari.

2.2 **Konsep Lahan Pertanian**

Menurut Badan Pusat Statistik (2014), Konsep dan definisi yang mencakup hal-hal yang sesuai dengan karakteristik dalam tanaman padi adalah sebagai berikut :

- a. Padi sawah adalah padi yang ditanam di lahan sawah. Termasuk padi sawah ialah padi rendengan, padi gadu, padi gogo rancak, padi pasang surut, padi lebak, padi rembesan dan lain-lain.
- b. Lahan sawah adalah lahan pertanian yang berpetak-petak dan dibatasi oleh pematang (galengan), saluran untuk menahan atau menyalurkan air, yang biasanya ditanami padi sawah tanpa memandang dari mana diperolehnya atau status lahan tersebut. Termasuk disini lahan yang terdaftar di pajak hasil bumi, iuran pembangunan daerah, lahan bengkok, lahan serobotan, lahan rawa yang ditanami padi dan lahan-lahan bukaan baru. Lahan sawah mencakup pengairan, tadah hujan, sawah pasang surut, rembesan, lebah dan lain sebagainya.
- c. Luas bersih adalah luas sawah secara keseluruhan, (luas kotor) dikurangi dengan luas pematang/galengan dan luas saluran air.
- d. Luas panen berhasil (luas panen) adalah tanaman yang dipungut hasilnya setelah tanaman tersebut cukup umur. Dalam panen berhasil ini termasuk juga tanaman yang hasilnya sebagian saja dapat dipungut (paling sedikit sampai dengan 11%) yang mungkin disebabkan karena mendapat serangan organisme pengganggu tumbuhan atau bencana alam.
- e. Luas panen muda adalah luas tanaman yang dipungut hasilnya sebelum waktunya (belum cukup tua). Tanaman yang dipanen muda hanya tanaman jagung dan kedelai.
- f. Luas rusak (tak berhasil) adalah jika tanaman mengalami serangan organisme pengganggu tumbuhan,

bencana alam, sedemikian rupa sehingga hasilnya kurang dari 11% keadaan normal.

- g. Luas penanaman adalah luas tanaman yang betul-betul ditanam (sebagai tanaman baru) pada bulan laporan, baik penanaman yang bersifat normal maupun penanaman yang dilakukan untuk mengganti tanaman yang dibabat atau dimusnahkan karena terserang organisme pengganggu tumbuhan atau sebab-sebab lain, walaupun pada bulan tersebut tanaman baru tadi dibongkar kembali.

2.3 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh merupakan suatu teknik untuk mengumpulkan informasi mengenai objek dan lingkungannya dari jarak jauh tanpa sentuhan fisik. Tujuan utama penginderaan jauh ialah mengumpulkan data sumberdaya alam dan lingkungan. Informasi tentang objek disampaikan ke pengamat melalui energi elektromagnetik yang merupakan pembawa informasi dan sebagai penghubung komunikasi (Purbowaseso,1995).

Pada berbagai hal, penginderaan jauh dapat diartikan sebagai suatu proses membaca. Dengan menggunakan berbagai sensor dapat mengumpulkan data dari jarak jauh yang dapat dianalisis untuk mendapatkan informasi tentang objek, daerah, fenomena yang diteliti (Lillesand dan Kiefer, 1990).

Aspek interpretasi pengindraan jauh meliputi:

- a. Analisis piktorial (citra)

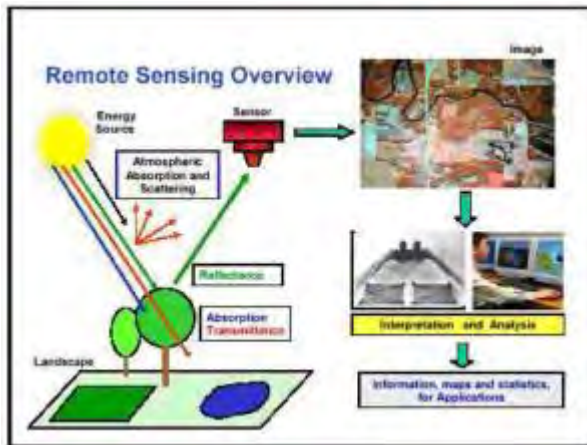
Analisis piktorial atau interpretasi visual adalah kemampuan untuk melakukan penilaian subyektif berdasarkan atas unsur- unsur selektif benda yang dikaji.
- b. Analisis data numerik

Analisis data numerik adalah memberikan suatu matriks nilai kecerahan secara numerik pada citra yang

dikaji. Nilai tersebut dapat dianalisis secara kuantitatif dengan menggunakan komputer.

Konsep dasar penginderaan jauh terdiri dari beberapa elemen meliputi sumber tenaga, atmosfer, interaksi tenaga dengan objek, sensor, dan sistem pengolah data. Seluruh sistem penginderaan jauh memerlukan sumber energi baik aktif (misalnya, sistem penginderaan jauh radar) maupun pasif (misalnya, sistem penginderaan jauh satelit secara optik). Spektrum elektromagnetik merupakan berkas dari tenaga elektromagnetik yang meliputi sinar gamma, x, ultraviolet, tampak, inframerah, gelombang mikro, dan gelombang radio. Spektrum elektromagnetik yang biasa digunakan dalam penginderaan jauh adalah sebagian dari spektrum ultraviolet ($0,3 - 0,4 \mu\text{m}$), spektrum tampak ($0,4 - 0,7 \mu\text{m}$), spektrum inframerah dekat ($0,7 - 1,3 \mu\text{m}$), spektrum inframerah thermal ($3 - 18 \mu\text{m}$), dan gelombang mikro ($1 \text{ mm} - 1 \text{ m}$) (Putra, 2011).

Interaksi tenaga dengan objek sesuai dengan asas kekekalan tenaga, maka terdapat tiga interaksi yaitu, dipantulkan, diserap, dan diteruskan atau ditransmisikan. Besarnya tenaga yang dipantulkan, diserap, ditransmisikan akan berbeda pada tiap penutupan lahan. Hal ini mengandung pengertian bahwa apabila nilai tenaga yang dipantulkan pada suatu tempat sama dengan tempat lain maka dapat disimpulkan tempat tersebut memiliki karakteristik penutupan lahan yang sama (Putra, 2011).



Gambar 2.2 Ilustrasi Penginderaan Jauh

Sumber : Deri, 2014

Penginderaan jauh jarang diterapkan tanpa menggunakan data rujukan. Perolehan data rujukan meliputi pengumpulan hasil pengukuran atau pengamatan atas objek, daerah, dan fenomena yang diindera dari jarak jauh. Data rujukan dapat digunakan untuk membantu sebagian atau seluruh maksud berikut (Lillesand dan Kiefer, 1990) :

- a. Untuk membantu didalam analisis dan interpretasi data penginderaan jauh.
- b. Untuk membantu kalibrasi sensor.
- c. Untuk menguji informasi yang diperoleh dari data penginderaan jauh.

2.4 Satelit Landsat 8

Satelit LDCM (*Landsat Data Continuity Mission*) diluncurkan pada tahun 2011 dari VAFB, CA dengan pesawat peluncur Atlas-V-401. Satelit Landsat 8 memiliki sensor *Onboard Operational Land Imager* (OLI) dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) dengan jumlah kanal sebanyak 11 buah. Diantara kanal-kanal tersebut, 9 kanal (band 1-9) berada pada OLI dan 2 lainnya (band 10 dan 11)

pada TIRS dengan resolusi spasial sama seperti Landsat pendahulunya yaitu 30 meter. Spesifikasi Satelit LDCM ditunjukkan pada tabel 2.2 dan tabel 2.3. Untuk ilustrasi gambar satelit LDCM Landsat 8 terdapat pada gambar 2.2 (USGS,2014).



Gambar 2.2 Satelit LDCM Landsat 8
Sumber :USGS,2014

Tabel 2.2 Spesifikasi Satelit Landsat 8
Sumber : USGS, 2014

Jenis Orbit	<i>Sun-synchronous</i>
Ketinggian	705 km (438 mi)
Lintasan Orbit	233, merekam setiap 16 hari kecuali lintang polar tertinggi
Inklinasi	98,2° (<i>retrograde</i>)
Waktu Mengelilingi Bumi	98,9 menit
Waktu Melewati Ekuator	10:00 a.m , +/- 15 menit
Berat, Panjang, Diameter	2,071 kg, 3m, 2,4 m

Tabel 2.3 Spesifikasi Kanal-Kanal Spektral Pencitra LDCM
(Landsat-8) (yang diperlukan oleh NASA/USGS)

Sumber : Sitanggang, 2010

Kanal No	Kanal	Kisaran Spektral	Penggunaan Data	Resolusi Spasial	Radian ce (W/m ² s r μm)	SNR (Typical)
1	Biru	433 - 453	<i>Aerosol/coastal zone</i>	30 m	40	130
2	Biru	450 - 515	<i>Pigments/scatter coastal</i>	30 m	40	130
3	Hijau	525 - 600	<i>Pigments/coastal</i>	30 m	30	100
4	Merah	630 - 680	<i>Pigments/coastal</i>	30 m	22	90
5	NIR	845 - 885	<i>Foliage/coastal</i>	30 m	14	90
6	SWIR1	1560 - 1660	<i>Foliage</i>	30 m	4.0	100
7	SWIR2	2100- 2300	<i>Minerals/litter/ o scatter</i>	30 m	1.7	100
8	PAN	500 - 680	<i>Image sharpening</i>	15 m	23	80
9	SWIR	1360- 1390	<i>Cirruscloud detection</i>	30 m	6.0	130

2.5 Koreksi Geometrik

Koreksi citra merupakan suatu operasi pengondisian supaya citra yang akan digunakan benar- benar memberikan informasi yang akurat secara geometris dan radiometris. Koreksi citra dikelompokkan kedalam dua kategori besar

yaitu model geometri orbital dan transformasi berdasarkan titik- titik kontrol lapangan (*ground control points*). Koreksi geometrik menggunakan model geometri orbital merupakan model fisikal yang mengenali parameter- parameter penyebab kesalahan secara deduktif, kemudian direkonstruksikan. Sedangkan koreksi geometri menggunakan GCP (*ground control points*) merupakan cara membandingkan posisi- posisi yang berbeda pada citra dan data lapangan atau peta yang sudah tersedia (Mather,2004 dalam Danoedoro,2012).

Koreksi geometri secara empiris memerlukan beberapa GCP. GCP adalah suatu lokasi pada permukaan bumi yang dapat diidentifikasi pada citra dan sekaligus dikenali posisinya pada peta (Jensen,2007 dalam Danoedoro,2012).

2.5.1 Klasifikasi Koreksi Geometrik

- a. Koreksi geometrik dengan rektifikasi citra ke peta
Rektifikasi citra ke peta menggunakan prinsip bahwa peta mempunyai sistem proyeksi dan koordinat yang lebih benar sehingga dapat diacu oleh citra.
- b. Koreksi geometrik dengan rektifikasi citra ke citra
Rektifikasi citra ke citra merupakan proses yang membandingkan pasangan titik- titik yang dapat diidentifikasi dengan mudah pada kedua citra. Rektifikasi citra ke citra tidak memerlukan hasil yang harus menyajikan informasi tentang koordinat yang benar- benar sesuai dengan peta.

2.5.2 Akurasi Hasil Koreksi Geometrik

Menurut Gao (2009) dalam Danoedoro (2012), pada setiap pasangan antara titik koordinat referensi dengan titik koordinat hasil estimasi diperoleh selisih yang disebut *rectification residual* (δ), yang jarang sekali bernilai nol. Pada suatu titik, nilai *rectification residual* bisa berbeda untuk arah X dan arah Y. Untuk analisis parameter ini digunakan indikator akurasi yang

disebut dengan *root mean square error* (RMSE), dimana perhitungan untuk arah X ($RMSE_E$) dan arah Y ($RMSE_N$).

2.6 Klasifikasi Citra

Klasifikasi pada dasarnya dilakukan untuk melakukan pengelompokan data dari nilai- nilai piksel yang bervariasi sehingga dapat dikelaskan ke dalam beberapa kelas yang memiliki karakteristik nilai spektral yang serupa. Klasifikasi untuk suatu citra dikelompokkan dalam dua cara (Putra, 2011):

a. Klasifikasi *Unsupervised*

Klasifikasi *Unsupervised* atau tak terbimbing adalah salah satu metode untuk interpretasi citra. Pada klasifikasi ini membentuk suatu *cluster* atau *natural grouping*. *Cluster* mengklasifikan piksel berdasarkan jarak spektral antar piksel. Apabila jarak tersebut kurang dari suatu konstanta yang diberikan, maka piksel tersebut digabungkan menjadi suatu *cluster*, tetapi sebaliknya apabila jarak spektral tersebut lebih besar maka piksel yang pertama akan menjadi acuan untuk mengukur jarak spektral terhadap piksel berikutnya.

b. Klasifikasi *Supervised*

Klasifikasi *Supervised* atau terbimbing adalah salah satu metode untuk interpretasi citra. Dalam metode ini, untuk mengidentifikasi dan mengetahui lokasi dari setiap tipe penutupan lahan memerlukan pengecekan lapangan, analisa foto udara atau citra resolusi tinggi, atau dengan peralatan lainnya.

2.7 Uji Akurasi Klasifikasi

Hasil klasifikasi multispektral yang berupa peta penutupan lahan ataupun penggunaan lahan mempunyai tingkat akurasi tertentu, yang dapat diukur secara kuantitatif. Sebenarnya, evaluasi atas akurasi hasil klasifikasi ini dapat

diterapkan pada dua aspek, yaitu aspek kedalaman isi dan aspek kebenaran di lapangan. Aspek kedalaman isi berkaitan dengan tingkat kerincian informasi secara tematik, yang kurang lebih sejajar pengertiannya dengan aras (level) klasifikasi menurut versi USGS (Anderson, 1976).

Akurasi dalam arti kebenaran klasifikasi biasanya lebih ditekankan pada aspek tepat tidaknya jenis penutup atau penggunaan lahan yang diberi label (kelas) pada suatu posisi koordinat tertentu. Hingga saat ini, metode- metode kuantitatif yang telah dikembangkan untuk evaluasi hasil klasifikasi lebih ditekankan pada uji akurasi untuk aspek yang kedua, yaitu kebenaran di lapangan.

Terdapat dua metode uji akurasi secara statistik. Metode pertama mengandalkan data sampel yang telah diambil sebagai sumber referensi penilaian akurasi, sementara metode kedua mengandalkan sumber data yang independen, yang tidak pernah digunakan dalam pengambilan sampel. Dalam kajian penginderaan jauh, metode pertama tidak pernah direkomendasikan karena metode ini hanya biasa digunakan dalam uji coba algoritma klasifikasi oleh para pengembang perangkat lunak. Metode kedua lebih sesuai untuk studi penginderaan jauh (Danoedoro,2012).

Hasil uji akurasi adalah rerata (*overall accuracy*) (Estes,1992 dalam Danoedoro,2012). Uji ketelitian interpretasi dapat dilakukan dalam empat cara (Purwadhi 2001):

- a. Melakukan pengecekan lapangan serta pengukuran beberapa titik (sampel area) yang dipilih dari penggunaan lahan. Uji ketelitian pada setiap area sampel penutup/penggunaan lahan yang homogen. Pelaksanaannya pada setiap bentuk penutup/penggunaan lahan diambil beberapa sampel area didasarkan homogenitas kenampakannya dan diuji kebenarannya di lapangan (survei lapangan).

Rumus untuk menghitung ketelitian dengan metode ini adalah:

$$KI = \frac{JKL}{JSL} \times 100 \% \quad (1)$$

Rumus diatas merupakan rumus untuk menghitung ketelitian. Dengan ketetapan interpretasi (KI), jumlah kebenaran interpretasi (JKL), dan jumlah sampel lapangan (JSL).

- b. Menilai kecocokan hasil interpretasi setiap citra dengan peta referensi atau foto udara pada daerah yang sama dan waktu yang sama. Hal ini sangat diperlukan dalam penafsiran batas-batas dan perhitungan (pengukuran) luas setiap jenis penutup atau penggunaan lahan.
- c. Analisa statistik dilakukan pada data dasar dan citra hasil klasifikasi. Analisa dilakukan terutama terhadap kesalahan setiap penutup atau penggunaan lahan yang disebabkan oleh keterbatasan resolusi citra (khususnya resolusi spasial karena merupakan dimensi keruangan). Analisa dilakukan dengan beberapa piksel dengan perhitungan varian statistik setiap saluran spektral data yang digunakan. Pengambilan pixel untuk uji ketelitian diambil yang betul-betul murni penutup lahannya (bukan piksel gabungan atau piksel yang isinya beberapa jenis kenampakan = mix pixel).
- d. Membuat matriks dari perhitungan setiap kesalahan (*confusion matrix*) pada setiap bentuk penutup atau penggunaan lahan dari hasil interpretasi citra penginderaan jauh.

2.8 Indeks Vegetasi

Indeks vegetasi merupakan suatu bentuk transformasi spektral yang diterapkan terhadap citra multisaluran untuk menonjolkan aspek kerapatan vegetasi ataupun aspek lain yang berkaitan dengan kerapatan, misalnya biomassa, *Leaf*

Area Index (LAI), konsentrasi klorofil, dan sebagainya (Danoedoro, 2012). Ray (1995) dalam Danoedoro (2012), mengelompokkan transformasi indeks vegetasi ke dalam empat golongan besar, yaitu indeks vegetasi dasar, indeks vegetasi yang meminimalkan pengaruh latar belakang tanah, indeks vegetasi yang meminimalkan pengaruh atmosfer, dan indeks vegetasi lainnya. Salah satu contoh indeks vegetasi yang akan digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

a. *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI)

NDVI merupakan salah satu indeks vegetasi dasar. NDVI merupakan kombinasi antara teknik penisbahan dengan teknik pengurangan citra. Transformasi NDVI ini merupakan salah satu produk standar NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), satelit cuaca yang berorbit polar namun memberi perhatian khusus pada fenomena global vegetasi di Benua Afrika banyak menggunakan transformasi ini (Tucker,1986 dalam Danoedoro,2012). Formulasinya adalah sebagai berikut :

$$NDVI = \frac{(BV \text{ inframera } h \text{ dekat } - BV \text{ mera } h)}{(BV \text{ inframera } h + BV \text{ mera } h)} \quad (2)$$

b. *Soil Adjusted Vegetation Index* (SAVI)

SAVI merupakan salah satu indeks vegetasi yang mencoba mereduksi gangguan tanah dengan cara merubah perilaku garis isovegetasi (yang mempunyai kerapatan sama) (Danoedoro,2012). Formulasinya adalah sebagai berikut :

$$SAVI = \frac{(BV \text{ inframera } h \text{ dekat } - BV \text{ mera } h)}{(BV \text{ inframera } h \text{ dekat } + BV \text{ mera } h) + L} \times (1 + L) \quad (3)$$

Dimana L adalah faktor koreksi untuk vegetasi, yang besarnya 0 untuk vegetasi sangat rapat dan 1 untuk vegetasi yang jarang. Faktor pengali $(1 + L)$ digunakan supaya julat hasil transformasi berkisar antara -1 dan +1.

c. *Modified Soil Adjusted Vegetation Index (MSAVI)*

MSAVI merupakan salah satu indeks vegetasi yang mencoba mereduksi gangguan tanah dengan cara merubah perilaku garis isovegetasi (yang mempunyai kerapatan sama) (Danoedoro,2012). Formulasinya adalah sebagai berikut :

$$MSAVI = \frac{2NIR+1-\sqrt{(2NIR+1)^2-8(NIR-RED)}}{2} \quad (4)$$

Qi et al., 1994

2.9 Regresi Linier

Pengertian regresi secara umum adalah sebuah alat statistik yang memberikan penjelasan tentang pola hubungan (model) antara dua variabel atau lebih. Dalam analisis regresi dikenal 2 jenis variabel yaitu (Samosir, 2011) :

- a. Variabel respon disebut juga variabel dependen yaitu variabel yang keberadaannya dipengaruhi oleh variabel lainnya dan dinotasikan dengan variabel Y.
- b. Variabel prediktor disebut juga dengan variabel independen yaitu variabel yang bebas (tidak dipengaruhi oleh variabel lainnya) dan dinotasikan dengan X.

Untuk mempelajari hubungan – hubungan antara variabel bebas maka regresi linier terdiri dari dua bentuk, yaitu (Samosir, 2011) :

- a. Analisis regresi sederhana (*simple analysis regression*)

Analisis regresi linier sederhana mempunyai tujuan yaitu mengukur kuatnya hubungan antara X dan Y secara kuantitatif dan memperkirakan atau meramalkan nilai Y kalau nilai X sudah diketahui dengan menggunakan regresi linier sederhana (J.Supranto,1986).

- b. Analisis regresi berganda (*Multiple analysis regression*)

Apabila dalam persamaan garis regresi tercakup dua variabel (termasuk variabel tak bebas Y), maka regresi ini disebut regresi linier berganda. Dalam

regresi linier berganda variabel tak bebas Y, tergantung kepada dua atau lebih variabel (J.Supranto,1986).

Tujuan utama regresi adalah untuk membuat perkiraan nilai suatu variabel (variabel dependen) jika nilai variabel yang lain yang berhubungan dengannya (variabel lainnya) sudah ditentukan (Samosir, 2011).

Dalam menghitung produksi padi menggunakan regresi linier sederhana variabel yang terkait adalah luas panen yang dinotasikan dengan X dan produksi padi yang dinotasikan dengan Y. Dengan rumusan sebagai berikut (Addhitama,2009) :

$$Y = a + bX \quad (5)$$

Dimana nilai – nilai a dan b dapat dihitung dengan menggunakan rumus – rumus sebaga berikut :

$$b = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (6)$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \quad (7)$$

Rumus diatas merupakan rumus untuk menghitung estimasi produksi padi. Dengan = produksi padi (Y), Konstanta (a), Koefisien regresi dari x (b), Periode yang dinotasikan dengan kode (x), dan jumlah data *time series*(n).

Menurut Pasaribu (1976) dalam Addhitama (2009) setelah persamaan garis *trend* yang linier tersusun, kemudian dapat diramalkan garis *trend* linier untuk masa mendatang dengan persamaan berikut :

$$y^* = a + bx^* \quad (8)$$

Dari rumus (8), y adalah nilai produksi padi dan x adalah luas panen yang dinotasikan dengan kode.

2.10 Penanganan Panen Padi

Penanganan pasca panen padi merupakan kegiatan sejak padi dipanen sampai menghasilkan produk antara (*intermediate product*) yang siap dipasarkan. Dengan demikian, kegiatan penanganan pasca panen padi meliputi beberapa tahap kegiatan yaitu pemanenan, penumpukan dan pengumpulan, perontokan, pembersihan, pengangkutan, pengeringan, pengemasan dan penyimpanan, serta penggilingan. Definisi yang berhubungan dengan panen padi adalah sebagai berikut (Agribisnis, tanpa tahun):

- a. Gabah adalah hasil tanaman padi yang telah dilepas dari tangkainya dengan cara perontokkan, dikeringkan, dan dibersihkan.
- b. Gabah Kering Panen (GKP) adalah hasil tanaman padi yang telah dilepas dari tangkainya dengan cara perontokkan, dikeringkan, dan dibersihkan yang memiliki kadar air maksimum 25 %, butir hampa atau kotoran maksimum 10 %, butir kuning atau rusak maksimum 3 %, butir hijau atau mengapur maksimum 10 % dan butir merah maksimum 3 %.
- c. Gabah Kering Giling (GKG) adalah hasil tanaman padi yang telah dilepas dari tangkainya dengan cara perontokkan, dikeringkan, dan dibersihkan yang memiliki kadar air maksimum 14 %, butir hampa/kotoran maksimum 3 %, butir kuning atau rusak maksimum 3 %, butir hijau/mengapur maksimum 5 % dan butir merah maksimum 3 %.
- d. Beras adalah hasil utama dari proses penggilingan gabah hasil tanaman padi yang seluruh lapisan sekamnya terkelupas atau sebagian lembaga dan katul telah dipisahkan.
- e. Pasca panen adalah semua kegiatan mulai dari panen sampai dengan menghasilkan produk setengah jadi (*intermediate product*).

- f. Produk setengah jadi adalah produk yang tidak mengalami perubahan sifat dan komposisi kimia.

2.11 Pengolah Citra

Dari sisi fungsionalitasnya, secara garis besar terdapat tiga jenis sistem pengolah citra penginderaan jauh yang banyak beredar di pasaran. Jenis pertama adalah sistem pengolah citra yang memang didedikasikan untuk analisis citra. Fasilitas lain, khususnya yang terkait dengan analisis spasial data. Kedua, sistem pengolah citra yang bersifat tambahan, dengan kemampuan terbatas yang diberikan dalam suatu perangkat lunak sistem informasi geografis. Jenis ketiga adalah sistem pengolah citra yang terintegrasi dalam satu paket dengan sistem informasi geografis (Danoedoro,2012).

Perangkat lunak yang dikhususkan bagi pengolahan citra penginderaan jauh cukup banyak dipasaran. ENVI (*Environment for Visualising Image*) mempunyai kemampuan yang bagus dalam mengelola data berukuran cukup besar, baik dalam hal dimensi (ukuran baris- kolom) citra maupun dalam hal jumlah saluran (hingga hiperspektral). Perangkat lunak lain dengan fungsi hampir sama adalah ER- Mapper (*Earth Resource Mapper*), menawarkan fleksibilitas dalam visualisasi yang dapat dilakukan melalui langkah- langkah yang bervariasi (Danoedoro,2012). Perangkat lunak citra harus memiliki kemampuan seperti *import data*, koreksi geometrik, klasifikasi citra, konversi data, dan lain lain.

2.12 Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Sari (2013), mengenai Analisa Estimasi Produksi Padi Berdasarkan Fase Tumbuh dan Model Peramalan *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 di Kabupaten Bojonegoro. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil peramalan produksi padi.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan citra satelit Landsat 8 untuk mendapatkan indeks vegetasi terbaik dalam penentuan fase tumbuh tanaman padi dan metode peramalan data deret waktu ARIMA untuk mendapatkan hasil peramalan produktivitas padi. Indeks vegetasi yang dipilih sesuai keadaan lapangan adalah MSAVI. Dari model tersebut dihitung luas panen menggunakan *raster to polygon*. Sedangkan metode ARIMA digunakan untuk menghitung produktivitas padi. Data yang digunakan adalah data *subround* produktivitas padi tahun 1997-2013. Hasil penelitian ini adalah jumlah luas panen dari setiap fase tumbuh yaitu 58.807,44 Ha, perkiraan produksi dari nilai (Gabah Kering Giling) GKG yang dapat diperoleh dalam waktu terdekat pemanenan.

Dalam penelitian lain yang dilakukan oleh Setyawan (2011), mengenai Analisis Band Optimal *Enhanced Vegetation Index* (EVI) pada Citra Hiperspektral untuk Mengestimasi Fase Tumbuh dan Produktivitas Padi di Kabupaten Karawang. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan fase tumbuh padi di wilayah studi Kabupaten Karawang yang mayoritas menggunakan varietas ciherang. Penelitian ini menggunakan data citra hiperspektral. Metode yang digunakan adalah algoritma EVI untuk mendapatkan fase tumbuh. Luasan fase tumbuh digunakan untuk mengestimasi produksi dari padi. Fase yang siap di panen adalah fase *ripening late* (pemasakan akhir) yang dalam penelitian ini fase *ripening late* memiliki produksi sebesar 4966.42 ton.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Addhitama (2009), mengenai Pengaruh Konversi Lahan Pertanian Terhadap Produksi Padi di Kabupaten Asahan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan analisis pengaruh konversi lahan sawah terhadap produksi padi di Kabupaten Asahan dan peramalan produksi padi pada tahun tertentu yang diakibatkan adanya konversi lahan. Data yang digunakan

dalam penelitian ini adalah menggunakan data pemanfaatan lahan di Kabupaten Asahan dalam periode sebelas tahun terakhir (1996 -2006) dan data produksi padi periode yang sama. Metode yang digunakan dalam melakukan analisis pengaruh konversi lahan terhadap produksi padi dan peramalan produksi padi pada tahun ke n adalah metode regresi linier sederhana. Hasil penelitian ini adalah luas lahan pertanian pada tahun 2020 diramalkan seluas 334351.64 ha, dimana lahan pertanian pada tahun 2020 mengalami penurunan luas lahan sebesar 27928.42 ha dibandingkan luas lahan pada tahun 2006. Produksi padi tahun 2020 diramalkan sebesar 149.989 ton, dimana produksi padi pada tahun 2020 akan mengalami penurunan sebesar 108.990 ton dibandingkan produksi padi pada tahun 2006. Konversi luas lahan sawah berpengaruh nyata terhadap produksi padi di Kabupaten Asahan.

Pada penelitian ini menggunakan citra satelit seperti pada penelitian Sari (2013), sedangkan metode estimasi produksi padi menggunakan regresi linier seperti pada penelitian Addhitama (2009).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini mengambil studi kasus daerah persawahan Kabupaten Sidoarjo, Provinsi Jawa Timur. Kabupaten Sidoarjo berada pada 7°18'00" - 7°30'00" Lintang Selatan dan 112°30'00" - 112°54'00" Bujur Timur dengan luas wilayah 634,39 km² diapit Kali Surabaya (32,5 km) dan Kali Porong (47 km). Batas – batas Kabupaten Sidoarjo yaitu sebelah utara Kota Surabaya dan Kabupaten Gresik, sebelah selatan Kabupaten Pasuruan, sebelah timur Selat Madura, dan sebelah barat Kabupaten Mojokerto.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian

Sumber :Humas DPRD Kab. Sidoarjo, 2013

Secara Geografis, Sidoarjo terletak di daerah dataran rendah dan berada di antara dua aliran sungai besar, yaitu Kali Mas dan Kali Porong, keduanya adalah pecahan dari kali Brantas. Oleh karena itu, Sidoarjo dikenal dengan sebutan Kota Delta. Menurut data Dinas Pertanian, Perkebunan, dan Peternakan (DP3), luas lahan pertanian di Sidoarjo saat ini sekitar 18 ribu hektar. Lahan seluas itu tersebar di Kecamatan Tarik, Balongbendo, Krembung, Prambon, Wonoayu, Krian, Tulangan, Porong, dan Tanggulangin. Menurut Handajani, kepala DP3, setiap tahun

luas lahan pertanian mengalami penurunan (Humas DPRD Kab.Sidoarjo,2013).

3.2 Data dan Peralatan

3.2.1 Data

- a. Citra satelit Landsat 8 level 1 tanggal 7 Januari 2015
- b. Data *time series* luas panen dan produksi padi persubround tahun 1999 – 2014
- c. Peta vektor RBI skala 1: 25.000 Kabupaten Sidoarjo

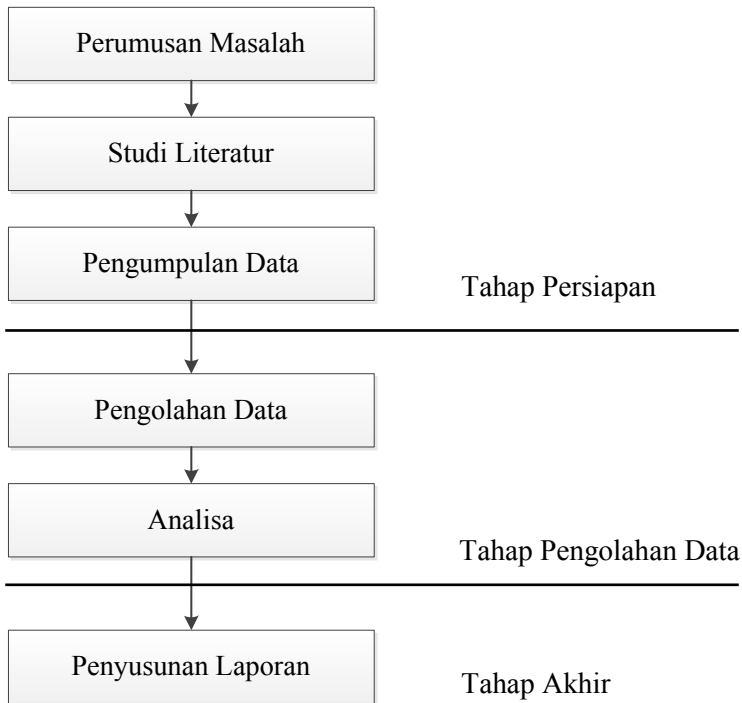
3.2.2 Peralatan

- a. *Software* pengolah citra
- b. *Software* alat bantu analisa data dan *Layouting*
- c. Sistem operasi Windows 7 Home Premium
- d. *Software* alat bantu perhitungan estimasi produksi padi
- e. GPS Navigasi yang digunakan untuk pengambilan koordinat
- f. *Personal Computer* yang digunakan untuk pengolahan data dan pembuatan laporan.

3.3 Metodologi Penelitian

3.3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan yang dilaksanakan dalam penelitian ini adalah :



Gambar 3.2 Tahapan Penelitian

Penjelasan diagram alir tersebut adalah sebagai berikut :

a. Tahap Persiapan

Tahap persiapan meliputi hal sebagai berikut :

i. Identifikasi Masalah

Tahap ini merupakan tahapan awal untuk menentukan masalah yang berhubungan dengan rencana penelitian dan penetapan tujuan penelitian.

ii. Studi Literatur

Tahap ini bertujuan untuk mempelajari dan mengumpulkan referensi sebagai landasan teori yang berkaitan dengan masalah yang akan diteliti.

iii. Pengumpulan Data

Tahap ini bertujuan untuk mendapatkan data yang digunakan dalam penelitian.

b. Tahap Pengolahan Data

Tahap pengolahan data meliputi hal sebagai berikut :

i. Pengolahan Data

Tahap ini merupakan tahap pengolahan data citra satelit Landsat 8 untuk mengetahui luas panen daerah penelitian dan data produksi padi yang didapatkan dari penelitian langsung di lapangan.

ii. Analisa

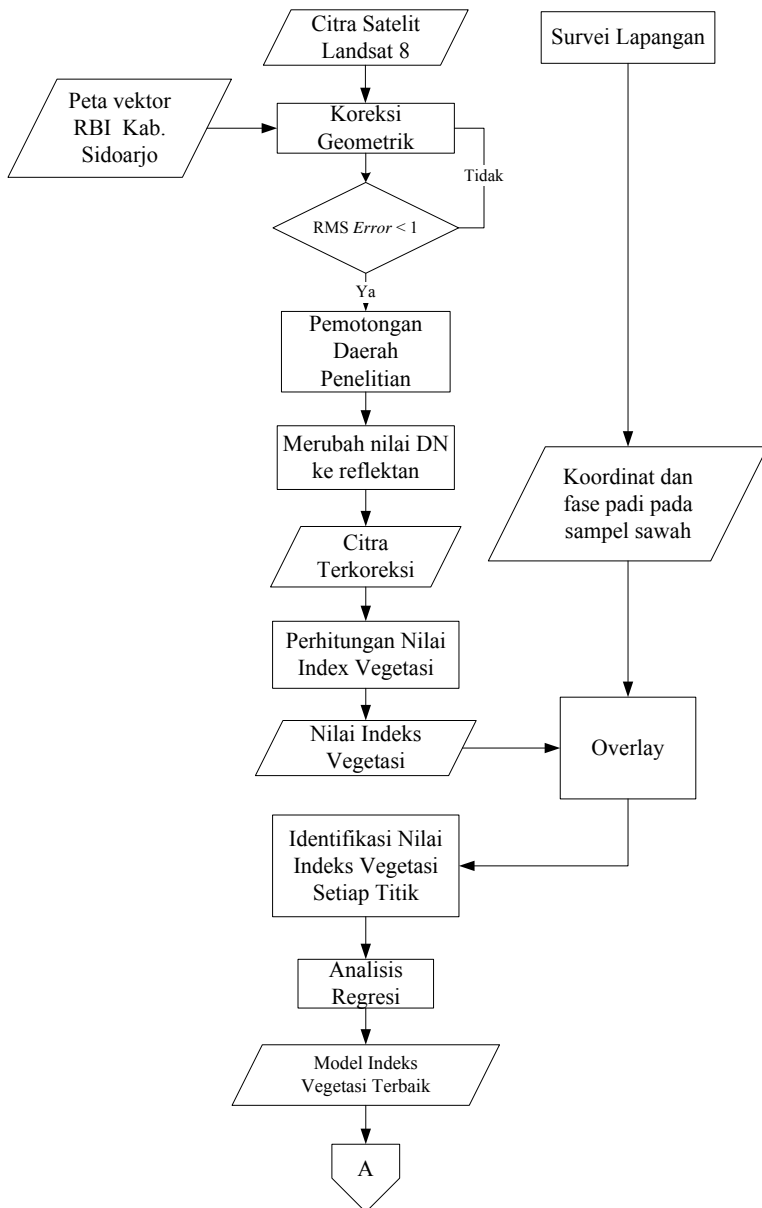
Tahap ini merupakan analisa data dan uji ketelitian hasil pengolahan data yang digunakan dalam penelitian.

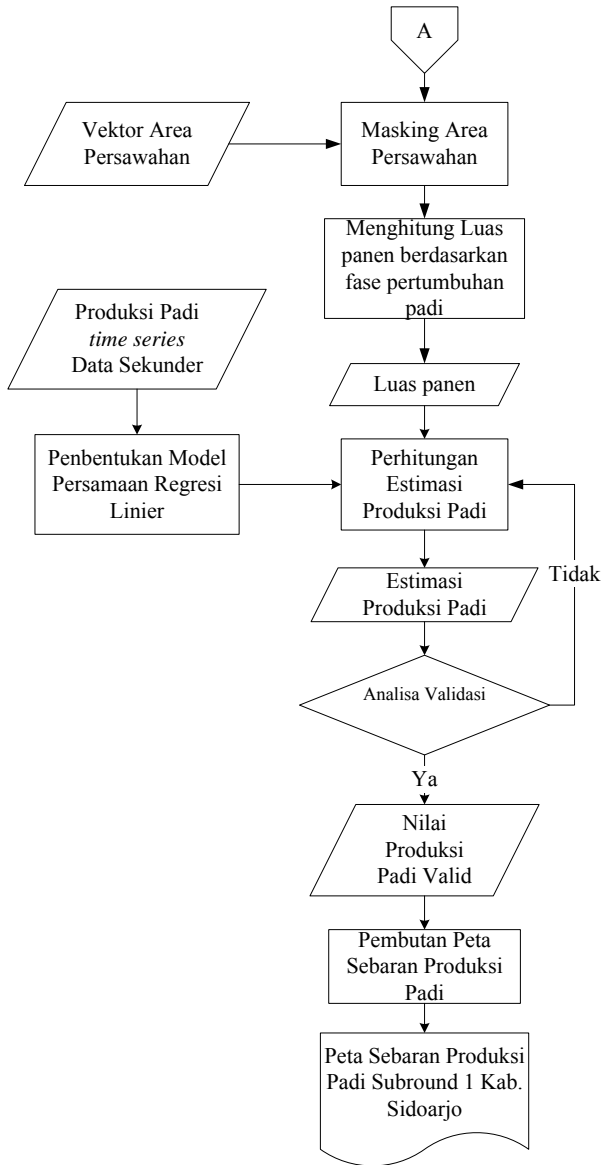
c. Tahap Akhir

Tahap ini merupakan penyelesaian dari penelitian tugas akhir berupa pembuatan laporan tugas akhir.

3.3.2 Tahapan Pengolahan Data

Dalam diagram alir, pengolahan data penelitian adalah sebagai berikut :





Gambar 3.3 Diagram Alir Pengolahan Data

Penjelasan :

- a. Pemotongan daerah penelitian dilakukan untuk membatasi daerah yang akan diolah agar lebih fokus terhadap daerah yang diteliti, yaitu Kabupaten Sidoarjo. Pemotongan citra dilakukan menggunakan dasar yaitu peta vektor RBI batas administrasi Kabupaten Sidoarjo.
- b. Koreksi geometrik merupakan koreksi posisi citra akibat kesalahan geometrik. Kesalahan geometrik adalah kesalahan yang disebabkan oleh konfigurasi sensor, perubahan ketinggian, posisi, dan kecepatan wahana. Koreksi geometrik dilakukan secara *image to image* dengan menggunakan peta vektor RBI Kabupaten Sidoarjo. Citra satelit terkoreksi geometrik diperoleh ketika nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) kurang dari 1.
- c. Merubah nilai *Digital Number* menjadi reflektan atau koreksi radiometrik ToA dilakukan karena input dalam algoritma indeks vegetasi berupa reflektan dan untuk menghilangkan *noise*.
- d. Indeks vegetasi yang dihitung adalah *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Soil Adjusted Vegetation Index* (SAVI) dan *Modified Soil Adjusted Vegetation Index* (MSAVI).
- e. Pengambilan sampel ini meliputi koordinat dan foto fase pertumbuhan yang dilakukan pada sawah yang berukuran lebih dari 30 m x 30 m yang memiliki fase pertumbuhan yang homogen. Hal ini dilakukan mempertimbangkan persebaran sampel secara spasial. Pengambilan sampel dilakukan antara rentang 3 hari sebelum atau 3 hari sesudah tanggal perekaman citra satelit untuk menghindari adanya perubahan pertumbuhan tanaman padi.

- f. Titik titik sampel dioverlay dengan hasil *running* Indeks vegetasi kemudian dilakukan identifikasi nilai indeks vegetasi pada semua titik sampel.
- g. Indeks vegetasi dan fase pertumbuhan dikorelasikan menggunakan regresi linier sehingga didapatkan model persamaan. Model persamaan yang memiliki RMSE terkecil dan nilai determinasi terbesar merupakan model indeks vegetasi yang terbaik.
- h. Setelah didapatkan model terbaik, dilakukan *masking* atau pemotongan area persawahan dengan menggunakan peta vektor area persawahan.
- i. Setelah dilakukan *masking* area persawahan, kemudian dihitung luas panen menggunakan metode *density slide* sesuai rentang indeks vegetasi setiap fasenya. Luas panen yang dihitung adalah luas panen dari masing-masing fase pertumbuhan padi dan luas panen setiap kecamatan.
- j. Regresi linier adalah metode yang digunakan untuk mengetahui korelasi luas panen dan produksi padi, membentuk model persamaan dari data *time series* produksi padi dan luas panen pada *subround* sebelumnya, dan menghitung produksi padi *subround* selanjutnya berdasarkan model persamaan (*trend*).
- k. Setelah didapatkan hasil produksi padi dari metode regresi linier, dilakukan uji validasi hasil yaitu uji F. apabila $F_{hitung} < F_{tabel}$ atau $F_{hitung} < 5\%$ maka estimasi yang dilakukan tervalidasi.
- l. Pembuatan peta persebaran produksi padi pada *subround* 1 ini dibuat menggunakan hasil klasifikasi model indeks vegetasi yang terbaik.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengolahan Data Citra Satelit Landsat 8

4.1.1 Koreksi Geometrik

Pada penelitian ini citra satelit Landsat 8 level 1 yang digunakan tanggal 7 Januari 2015 dengan resolusi spasial 30 meter. Koreksi geometrik dilakukan secara *image to image* menggunakan peta pertampalan vektor Rupa Bumi Indonesia (RBI) skala 1 : 25.000. Datum yang digunakan adalah *World Geodetic System* (WGS) 1984 dengan system proyeksi yaitu *Universal Tranverse Mercator* (UTM) zona 49 S.

Ground Control Point (GCP) yang digunakan dipilih didaerah persimpangan jalan. Hal ini dilakukan untuk memudahkan dalam mengidentifikasi lokasinya dilapangan. GCP dalam penelitian ini berjumlah 9 titik. Koreksi geometrik penelitian ini memiliki kesalahan *Root Mean Square* yaitu 0,345780 piksel, sehingga koreksi yang dilakukan memenuhi toleransi karena kurang dari 1 piksel. Hasil perhitungan kesalahan RMS terdapat pada gambar 4.1.

The screenshot shows a software interface for geometric correction. It features two main input sections. The first section has 'Base X' (1699.07) and 'Base Y' (4679.00) with spinners, and a 'Degree' dropdown set to '1'. The second section has 'Warp X' (1699.00) and 'Warp Y' (4679.14) with spinners. Below these are two rows of buttons. The first row contains 'Add Point', 'Number of Selected Points: 9', and 'Predict'. The second row contains 'Hide List', 'RMS Error: 0.345780', and 'Delete Last Point'.

Base X	1699.07	Y	4679.00	Degree	1
Warp X	1699.00	Y	4679.14		
Add Point	Number of Selected Points: 9			Predict	
Hide List	RMS Error: 0.345780			Delete Last Point	

Gambar 4.1 Hasil Perhitungan Kesalahan RMS

Dalam penelitian Dianovita dan Mahendra (2014) mengenai Kajian Ketelitian Geometri Citra Landsat 8 Level 1 T menunjukkan bahwa citra landsat 8 level 1 memiliki akurasi geometri untuk *circular error* (CE) 90 % dikeluarkan USGS dapat diterima karena hasil

perhitungan masih masuk pada batas tersebut. *Circular Error* (CE) merupakan parameter dalam menentukan error dari nilai dua variabel yang terdefinisi, pada citra satelit biasanya diterapkan untuk mengetahui tingkat kebenaran posisi geografis. Untuk hasil secara keseluruhan, baik menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE) maupun *Circular Error* (CE) 90% dan 95% akurasi Landsat 8 level 1T kurang dari setengah piksel dimana ukuran piksel untuk band OLI adalah 30 meter.

Berdasarkan *Data Format Control Book* (DFCB) citra satelit Landsat 8 level 1 juga sudah terkoreksi geometric (USGS,2012). Namun, dalam penelitian ini tetap dilakukan koreksi geometrik untuk memvalidasi. Hasil koreksi geometrik dapat dilihat pada tabel hasil kesalahan RMS pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Kesalahan RMS Setiap Titik

<i>Base</i>		<i>Warp</i>		<i>Predict</i>		<i>Error</i>		RMSE
x	y	x	y	x	y	x	y	
1488.93	4595.07	1488.00	4594.85	1488.46	4595.09	0.46	0.24	0.51
1998.00	4447.00	1997.75	4447.24	1997.45	4447.00	-0.30	-0.24	0.39
2390.93	4303.93	2390.34	4304.21	2390.49	4304.19	0.15	-0.02	0.15
2353.71	4659.86	2353.00	4659.20	2353.45	4659.64	0.45	0.44	0.64
2182.07	4517.00	2181.93	4517.00	2181.67	4516.97	-0.26	-0.03	0.26
2258.00	4851.07	2257.93	4850.93	2257.88	4850.68	-0.05	-0.25	0.25
1972.00	4632.00	1971.86	4631.93	1971.67	4631.92	-0.19	-0.01	0.19
1929.00	4831.07	1929.00	4830.93	1928.94	4830.94	-0.06	0.01	0.06
1699.07	4679.00	1699.00	4679.14	1698.79	4679.00	-0.21	-0.14	0.25

4.1.2 Pemotongan Daerah Penelitian

Pemotongan daerah penelitian ini dilakukan untuk membatasi daerah penelitian agar lebih fokus dalam perhitungan luas panennya. Pemotongan daerah penelitian ini menggunakan peta vektor administrasi

Kabupaten Sidoarjo. Hasil pemotongan daerah penelitian tersebut terdapat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Hasil Pemotongan Daerah Penelitian

4.1.3 Perubahan *Digital Number* menjadi reflektan

Perubahan *Digital Number* menjadi reflektan merupakan koreksi radiometrik ToA (*Top of Atmosfer*). Koreksi radiometrik ToA digunakan untuk menghilangkan *noise* yang ditimbulkan karena perbedaan posisi matahari pada saat data diakusisi (Rahayu, 2014).

Selain untuk mengkoreksi posisi matahari, perubahan *Digital Number* menjadi reflektan dilakukan karena input pada perhitungan nilai indeks vegetasi berupa reflektan. Nilai piksel *digital number* antara rentang 0 sampai 2 pangkat 16, sedangkan nilai piksel reflektan adalah dibawah 1. Untuk mendapatkan nilai reflektan digunakan rumus Koreksi ToA Reflektan dilakukan dengan mengkonversi nilai *Digital Number* ke nilai reflektan. Persamaan konversi untuk koreksi ToA reflektan yaitu (USGS, 2014) :

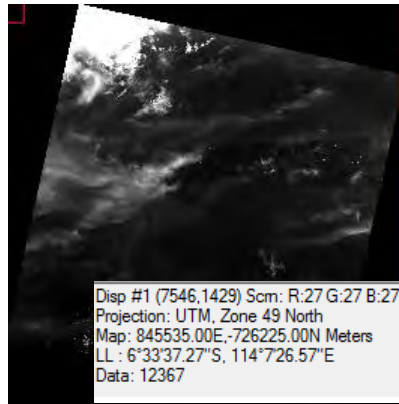
$$\rho\lambda' = MpQ_{cal} + A\rho \quad (9)$$

Dimana $\rho\lambda'$ merupakan TOA reflektan, tanpa koreksi untuk sudut matahari, M_p merupakan REFLECTANCE_MULT_BAND_x, dimana x adalah nomor band, A_p merupakan REFLECTANCE_ADD_BAND_x dimana x adalah nomor band, Q_{cal} merupakan nilai *Digital Number*.

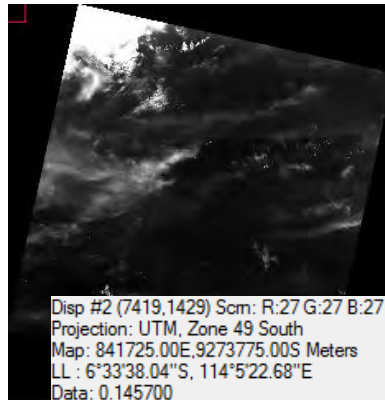
Selanjutnya citra dikoreksi sudut matahari untuk menghilangkan perbedaan nilai *Digital Number* yang diakibatkan oleh posisi matahari. Posisi matahari terhadap bumi berubah bergantung pada waktu perekaman dan lokasi obyek yang direkam. Persamaan untuk koreksi dengan sudut matahari yaitu:

$$\rho\lambda = \rho\lambda' / (\cos(\theta SZ)) = \rho\lambda' / (\sin(\theta SE)) \quad (10)$$

Dimana $\rho\lambda$ merupakan ToA reflektan yang terkoreksi matahari, θSZ merupakan *Local solar zenith angle*, θSE merupakan *Local sun elevation angle*.



Gambar 4.4 Nilai Piksel *Digital Number*



Gambar 4.5 Nilai Piksel Reflektan

Pada gambar 4.5 merupakan hasil koreksi radiometrik ToA dengan nilai reflektan kurang dari 1. Hal ini menunjukkan bahwa citra sudah terkoreksi radiometrik.

4.2 Hasil Perhitungan Nilai Indeks Vegetasi

Dalam penelitian ini perhitungan nilai indeks vegetasi meliputi *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Modified Soil Adjusted Vegetation Index* (MSAVI), *Soil Adjusted Vegetation Index* (SAVI). Hasil indeks vegetasi terdapat pada gambar 4.6, 4.7, 4.8. Hasil perhitungan algoritma tersebut nantinya akan dilakukan regresi dengan fase pertumbuhan padi yang ada di sampel penelitian.



Gambar 4.6 Hasil Perhitungan NDVI



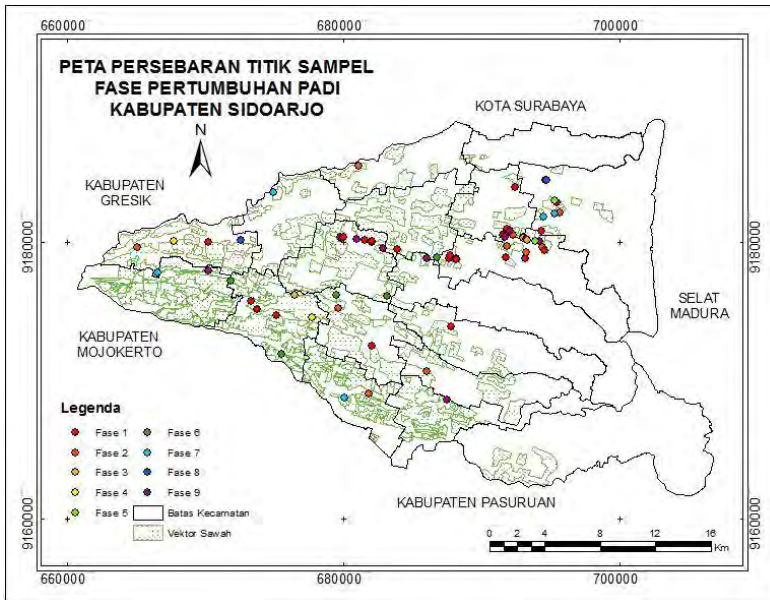
Gambar 4.7 Hasil Perhitungan SAVI



Gambar 4.8 Hasil Perhitungan MSAVI

4.3 Hasil Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan di kecamatan yang memiliki sawah yang mewakili tiap fase pertumbuhan padi dan yang aksesibilitasnya mudah. Sampel sawah yang diambil adalah yang memiliki luas lebih dari 30 x 30 meter dengan fase pertumbuhan padi yang sama. Hal ini dilakukan karena resolusi spasial citra satelit Landsat 8 adalah 30 meter. Pengambilan sampel dilakukan 3 hari setelah tanggal perekaman citra satelit. Titik sampel yang diambil berjumlah 75 titik. Adapun peta distribusi pengambilan sampel titik fase pertumbuhan padi dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Peta Persebaran Titik Sampel Fase Pertumbuhan Padi

Titik- titik sampel yang diambil dilapangan terdapat pada lampiran E, sedangkan penampakan fase pertumbuhan padi terdapat pada lampiran D. Titik – titik sampel tersebut ditampilkan pada hasil klasifikasi indeks vegetasi yaitu NDVI, SAVI, dan MSAVI, sehingga dapat diketahui nilai indeks vegetasi setiap titiknya. Hasil dari nilai indeks vegetasi nantinya akan diregresikan dengan fase pertumbuhan padi. Dari 75 titik sampel fase pertumbuhan padi, 8 titik tidak bisa diidentifikasi karena bayangan awan. Hasil dari identifikasi nilai indeks vetetasi dapat dilihat pada tabel 4.2.

Dari tabel 4.2 menunjukkan bahwa fase yang mendominasi adalah fase vegetatif 1 (*seedling*) atau fase tanam. Hal ini karena waktu perekaman citra yang digunakan adalah bulan januari yang merupakan awal dari *subround* 1.

Tabel 4.2 Nilai Indeks Vegetasi setiap Fase Pertumbuhan Padi

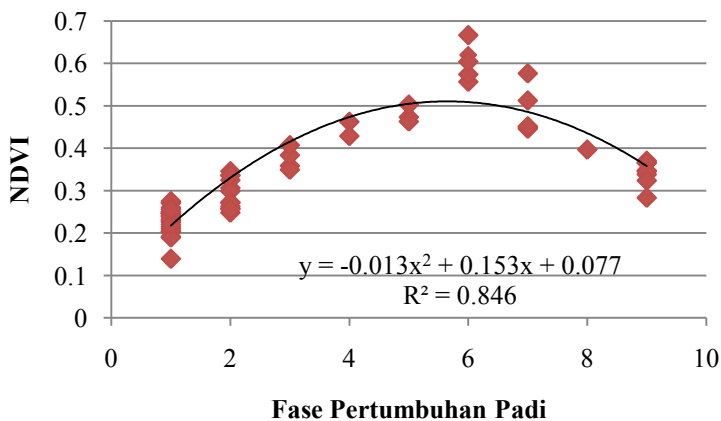
Fase	Kecamatan	NDVI	SAVI	MSAVI
1	Sidoarjo	0.233	0.087	0.337
1	Sukodono	0.245	0.096	0.346
1	Sukodono	0.240	0.067	0.340
1	Sukodono	0.202	0.076	0.324
1	wonoayu	0.205	0.077	0.325
1	wonoayu	0.272	0.109	0.361
1	wonoayu	0.247	0.099	0.349
1	Buduran	0.226	0.086	0.336
1	Buduran	0.230	0.092	0.342
1	Buduran	0.228	0.092	0.341
1	Sedati	0.241	0.093	0.343
1	Sedati	0.271	0.099	0.361
1	Buduran	0.250	0.104	0.354
1	Buduran	0.210	0.083	0.331
1	Buduran	0.246	0.102	0.352
1	Buduran	0.246	0.102	0.352
1	Sedati	0.275	0.115	0.367
1	Sedati	0.192	0.079	0.328
1	Buduran	0.239	0.091	0.341
1	Buduran	0.203	0.076	0.325
1	Buduran	0.215	0.078	0.328
1	Buduran	0.190	0.069	0.317
1	Balongsendo	0.220	0.073	0.323
1	Tulangan	0.250	0.092	0.343
1	Prambon	0.260	0.096	0.347
1	Candi	0.139	0.043	0.290
1	Prambon	0.256	0.096	0.347
1	Gedangan	0.247	0.105	0.355
2	wonoayu	0.325	0.132	0.387
2	Buduran	0.349	0.125	0.411
2	Buduran	0.263	0.108	0.359
2	Sedati	0.248	0.109	0.358

Fase	Kecamatan	NDVI	SAVI	MSAVI
2	Buduran	0.273	0.109	0.361
2	Sidoarjo	0.306	0.137	0.391
2	Buduran	0.299	0.126	0.380
2	Buduran	0.271	0.112	0.364
2	Balongbendo	0.256	0.113	0.363
2	Krembung	0.346	0.137	0.393
2	Tanggulangin	0.337	0.134	0.377
2	Taman	0.335	0.134	0.390
3	Sukodono	0.359	0.161	0.419
3	Buduran	0.349	0.125	0.411
3	Prambon	0.407	0.177	0.438
3	Sedati	0.383	0.178	0.438
4	Prambon	0.429	0.190	0.453
4	Balongbendo	0.462	0.205	0.469
5	Sedati	0.473	0.223	0.491
5	Sedati	0.463	0.223	0.490
5	Sedati	0.503	0.257	0.529
6	sukodono	0.557	0.284	0.560
6	Tulangan	0.574	0.290	0.567
6	Prambon	0.620	0.334	0.617
6	Wonoayu	0.604	0.346	0.632
6	Prambon	0.667	0.383	0.675
7	Tarik	0.576	0.305	0.393
7	Sedati	0.446	0.221	0.487
7	Sedati	0.449	0.226	0.493
7	Krian	0.452	0.242	0.510
7	Krembung	0.512	0.258	0.530
8	Balongbendo	0.397	0.171	0.431
9	Buduran	0.366	0.167	0.426
9	Buduran	0.345	0.152	0.409
9	wonoayu	0.370	0.170	0.429
9	wonoayu	0.365	0.161	0.419
9	wonoayu	0.338	0.144	0.401
9	Tarik	0.324	0.138	0.584
9	Porong	0.283	0.127	0.379
8	Sedati	Tidak Teridentifikasi		

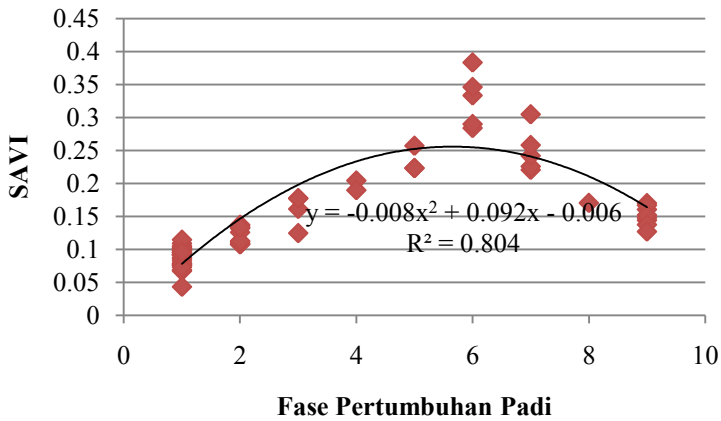
Fase	Kecamatan	NDVI	SAVI	MSAVI
9	Sidoarjo	Tidak Teridentifikasi		
9	Sedati	Tidak Teridentifikasi		
9	Buduran	Tidak Teridentifikasi		
1	Prambon	Tidak Teridentifikasi		
2	Tulangan	Tidak Teridentifikasi		
9	Buduran	Tidak Teridentifikasi		
9	wonoayu	Tidak Teridentifikasi		

4.4 Hasil Analisis Regresi

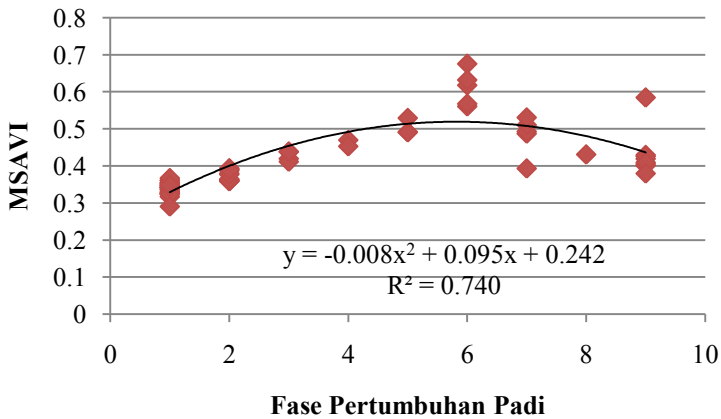
Penelitian ini menggunakan indeks vegetasi NDVI, SAVI dan MSAVI. Indeks vegetasi tersebut berkaitan dengan kerapatan daun dan klorofil sehingga dapat mengidentifikasi fase pertumbuhan padi. Hasil identifikasi nilai indeks vegetasi pada tabel 4.2 merupakan nilai setiap titik sampel fase pertumbuhan padi. Fase pertumbuhan padi kemudian diregresikan dengan nilai indeks vegetasi. Adapun hasil regresi indeks vegetasi dan fase pertumbuhan padi terdapat pada gambar 4.10, 4.11, dan 4.12.



Gambar 4.10 Grafik Regresi NDVI dan Fase Pertumbuhan Padi



Gambar 4.11 Grafik Regresi SAVI dan Fase Pertumbuhan Padi



Gambar 4.12 Grafik Regresi MSAVI dan Fase Pertumbuhan Padi

Dari ketiga grafik persamaan regresi, nilai indeks vegetasi semakin meningkat dari fase vegetatif tahap 1 sampai fase generatif tahap 5, nilai puncak terdapat pada fase generatif tahap 6 yaitu *Flowering*. Hal ini karena tahap 6 adalah tahap malai menjadi bunga. Sehingga tingkat

klorofil meningkat. Sedangkan dari tahap 7 sampai 9 pada fase *Rippening* nilai indeks vegetasi semakin menurun.

Hasil grafik tersebut menunjukkan tingkat determinasi R^2 dari regresi antara fase pertumbuhan padi dan indeks vegetasi. Koefisien determinasi atau R^2 merupakan salah satu ukuran yang sederhana dan sering digunakan untuk menguji kualitas suatu persamaan garis regresi (Sugiarti dan Megawarni, 2010). Adapun hasil hasil persamaan regresi terdapat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Regresi Fase Pertumbuhan Padi dan Indeks Vegetasi

Indeks Vegetasi	Persamaan Regresi	Koefisien Determinasi
NDVI	$y = -0.011x^2 + 0.123x + 0.102$	$R^2 = 0.846$
SAVI	$y = -0.006x^2 + 0.071x + 0.014$	$R^2 = 0.804$
MSAVI	$y = -0.008x^2 + 0.095x + 0.240$	$R^2 = 0.740$

Dari persamaan regresi fase pertumbuhan padi dan indeks vegetasi menunjukkan semua nilai indeks vegetasi berkorelasi baik dengan fase pertumbuhan padi karena nilai koefisien determinasi $R^2 > 0,5$. Namun koefisien determinasi yang paling baik adalah NDVI yaitu 0,846. Artinya, fase pertumbuhan padi Kabupaten Sidoarjo berkorelasi lebih kuat dengan NDVI daripada MSAVI maupun SAVI.

Hal ini karena NDVI merupakan algoritma paling umum digunakan untuk mencari indeks vegetasi dimana NDVI memiliki sensitivitas terhadap perubahan kerapatan klorofil sehingga membaurkan kerapatan daun. Menurut Ray (1995) dalam As-Syakur (2009), algoritma NDVI sangat cocok digunakan pada daerah dengan vegetasi rapat.

Nilai indeks vegetasi NDVI menunjukkan pada fase vegetatif 1 (*Seedling*) sangat rendah, karena sawah masih didominasi oleh air. Nilai NDVI pada fase vegetatif tahap 1 (*Seedling*) hingga fase reproduktif tahap 6 (*Flowering*) NDVI terus meningkat. Hal ini karena tingkat klorofil tanaman padi terus meningkat seiring semakin rapat dan hijau tanaman padi. Sedangkan dari fase reproduktif tahap 6 (*Flowering*) hingga fase *ripening* tahap 9 NDVI terus

menurun. Hal ini karena tingkat klorofil tanaman padi terus menurun. Meskipun pada tahap *Milk grain* dan *Dough grain* daun masih berwarna hijau, namun butir padi sudah mulai berisi dan menguning.

Sedangkan SAVI dan MSAVI merupakan algoritma yang menekan gangguan latar belakang tanah dan sangat cocok digunakan pada daerah dengan vegetasi jarang. Sehingga kurang cocok diterapkan pada daerah persawahan Kabupaten Sidoarjo.

4.5 Analisa Hasil Persamaan Regresi Terbaik

Dari hasil persamaan regresi antara fase pertumbuhan padi dan indeks vegetasi, indeks vegetasi yang paling berhubungan dengan fase pertumbuhan padi adalah NDVI dengan nilai koefisien determinasi 0,846. Hal ini karena NDVI berkorelasi erat kerapatan vegetasi sehingga berpengaruh juga pada perubahan fase tanaman padi.

Dalam penelitian Parsa (2014) mengenai studi komparasi beberapa teknik analisis citra Landsat multiwaktu untuk pemetaan lahan sawah menunjukkan nilai NDVI pada area persawahan akan mengikuti perubahan fase (bera, air dan vegetasi), dimana pada fase air nilai NDVI akan sangat rendah, pada fase bera akan rendah, pada fase vegetatif berkisar rendah sampai tinggi. Hal ini menyebabkan selisih antara NDVI maksimum dan minimumnya menjadi besar. Pada area nonsawah perubahan nilai NDVI umumnya tidak terlalu besar walaupun NDVI vegetatifnya dapat lebih besar dari NDVI vegetatif padi.

Penelitian lain juga membuktikan bahwa NDVI cukup baik untuk mengidentifikasi fase pertumbuhan padi. Seperti pada penelitian As-Syakur dan Adnyana (2009) yang menganalisis indeks vegetasi yaitu NDVI, SAVI dan MSAVI menggunakan citra ALOS/ AVNIR2. Didapatkan bahwa NDVI berhubungan erat dengan indeks luasan daun, biomassa pada monokultur, dan fAPAR (*fraction of*

Absorbed Photosynthetically Active Radiation yang cocok untuk mengidentifikasi fase pertumbuhan padi.

Setelah didapatkan indeks vegetasi yang terbaik untuk mengidentifikasi fase pertumbuhan padi yaitu NDVI. Nilai NDVI pada tabel 4.2 dan gambar 4.10 menunjukkan terdapat kesamaan nilai indeks vegetasi fase tahap 3,4,5 dan 7,8,9. Sehingga diperlukan adanya pembeda fase tahap tersebut. Pembeda yang dimaksud adalah nilai piksel gelombang SWIR1 (15,6 μm -16,6 μm) yang merupakan saluran band 6 pada Landsat 8. Gelombang SWIR1 digunakan untuk mengidentifikasi *foliage* (daun- daunan), mendiskriminasikan kadar air tanah dan vegetasi, dan menembus awan tipis. Hasil idensifikasi SWIR1 pada fase pertumbuhan padi terdapat pada tabel 4.4.

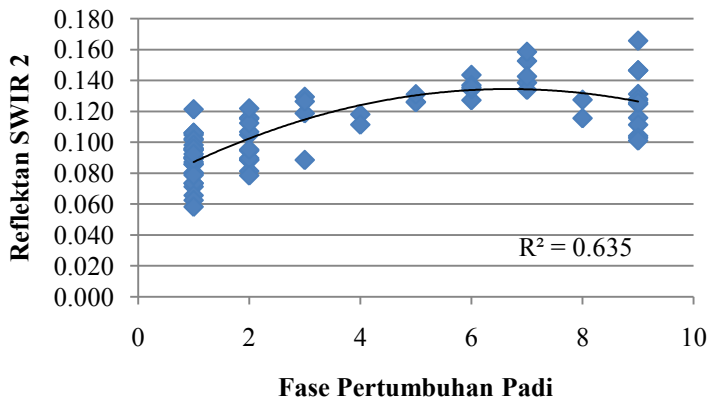
Tabel 4.4 Identifikasi Nilai SWIR2

Fase	Kecamatan	SWIR2
1	Sidoarjo	0.071
1	Sukodono	0.105
1	Sukodono	0.086
1	Sukodono	0.090
1	wonoayu	0.073
1	wonoayu	0.080
1	wonoayu	0.095
1	Buduran	0.090
1	Buduran	0.090
1	Buduran	0.095
1	Sedati	0.086
1	Sedati	0.096
1	Buduran	0.102
1	Buduran	0.087
1	Buduran	0.106
1	Buduran	0.106
1	Sedati	0.101
1	Sedati	0.098
1	Buduran	0.073
1	Buduran	0.065

Fase	Kecamatan	SWIR2
1	Buduran	0.080
1	Buduran	0.079
1	Balongbendo	0.062
1	Tulangan	0.089
1	Prambon	0.096
1	Candi	0.058
1	Prambon	0.092
2	Gedangan	0.116
2	wonoayu	0.094
2	Buduran	0.088
2	Buduran	0.088
2	Sedati	0.115
2	Buduran	0.081
9	Sidoarjo	0.127
2	Buduran	0.105
2	Buduran	0.107
2	Balongbendo	0.112
2	Krembung	0.090
2	Tanggulangi	0.078
2	Taman	0.095
3	Sukodono	0.119
3	Buduran	0.088
3	Prambon	0.129
3	Sedati	0.126
4	Prambon	0.118
4	Balongbendo	0.111
5	Sedati	0.126
5	Sedati	0.126
5	Sedati	0.131
6	sukodono	0.144
6	Tulangan	0.127
6	Prambon	0.134
6	Wonoayu	0.137
6	Prambon	0.135
7	Tarik	0.153
7	Sedati	0.139

Fase	Kecamatan	SWIR2
7	Sedati	0.134
7	Krian	0.158
7	Krembung	0.143
8	Balongbendo	0.127
9	Buduran	0.125
9	Buduran	0.104
9	wonoayu	0.131
9	wonoayu	0.128
9	wonoayu	0.116
9	Tarik	0.125
9	Porong	0.146
8	Sedati	0.115
9	Sidoarjo	0.147
9	Sedati	0.111
9	Buduran	0.103
1	Prambon	0.121
2	Tulangan	0.122
9	Buduran	0.166
9	wonoayu	0.101

Dari tabel 4.3 dapat dibuat grafik nilainya seperti pada gambar 4.13 berikut ini :



Gambar 4.13 Grafik Reflektan SWIR1

Dari hasil nilai SWIR1 setiap fase pertumbuhan menunjukkan nilai reflektan fase 3,4,5 yaitu kurang dari 0,12. Sedangkan nilai reflektan fase 7,8,9 yaitu lebih dari 0,12. Sehingga dapat diidentifikasi perbedaan fasenya. Hasil identifikasi fase pertumbuhan padi menggunakan NDVI dapat disimpulkan pada grafik *fitting point* NDVI untuk fase pertumbuhan padi pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil *Fitting Pont* NDVI untuk Fase Pertumbuhan Padi

Fase	<i>fitting point</i>	Nilai Titik	Pembulatan
1	1	0.2148	0.21
2	1.5	0.2753	0.28
3	2.5	0.3765	0.38
4	3.5	0.4513	0.45
5	4.5	0.4997	0.50
6	5.5	0.5217	0.52
7	6.5	0.5173	0.52
8	7.5	0.4865	0.49
9	8.5	0.4293	0.43
	9.5	0.3457	0.35





Berdasarkan tabel 4.5 rentang nilai NDVI untuk fase pertumbuhan adalah sebagai berikut :






- Fase 1 : 0,21 – 0,28
- Fase 2 : 0,28 – 0,38
- Fase 3 : 0,38 – 0,45 dan reflektan SWIR1 > 0,12
- Fase 4 : 0,45 – 0,50 dan reflektan SWIR1 > 0,12
- Fase 5 : 0,50 – 0,52 dan reflektan SWIR1 > 0,12
- Fase 6 : > 0,52
- Fase 7 : 0,52 – 0,49 dan reflektan SWIR1 < 0,12
- Fase 8 : 0,49 – 0,43 dan reflektan SWIR1 < 0,12
- Fase 9 : 0,43 – 0,35 dan reflektan SWIR1 < 0,12

4.6 Hasil Perhitungan Luas Panen

Indeks vegetasi terbaik yaitu NDVI dilakukan *masking* terlebih dulu menggunakan peta vektor area persawahan. Setelah itu dilakukan klasifikasi berdasarkan fase pertumbuhan padi sehingga dapat dihitung luas panen dari setiap fase pertumbuhan. Hasil perhitungan luas dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut ini :

Tabel 4.6 Luas Panen Setiap Fase Pertumbuhan Padi

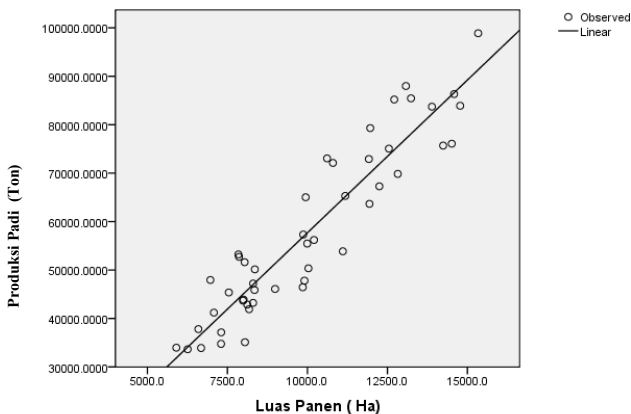
No	Fase Pertumbuhan	Luas (Ha)	Waktu Panen (minggu)	Keterangan
1	<i>Seedling</i> (padi baru ditanam dan didominasi air)	3268,53	15	
2	<i>Tillering</i> (padi mulai berdaun banyak)	3430,26	13-14	
3	<i>Stem elongation</i> (Padi mulai tinggi dan daun mulai menutup)	1094,22	11-13	
4	<i>Penicle Initiation to booting</i> (Padi mulai bunting)	916,2	9-10	

No	Fase Pertumbuhan	Luas (Ha)	Waktu Panen (minggu)	Keterangan
5	<i>Heading</i> (malai mulai keluar)	402,3	8-9	
6	<i>Flowering</i> (Malai menjadi bunga)	4801,5	7-8	
7	<i>Milk grain</i> (Padi berisi susu)	125.01	5-6	
8	<i>Dough grain</i> (Butiran padi mulai menguning dan daun warna hijau)	387.63	3-4	
9	<i>Mature grain</i> (Butiran padi dan daun warna kuning)	1070.55	1-2	

Dari tabel tersebut menunjukkan fase yang paling luas adalah fase 6 *Flowering* kemudian fase 2 *Tillering*. Meskipun yang paling mendominasi pada titik sampel adalah fase 1 *Sedding*. Namun, luas panen yang akan digunakan dalam estimasi produksi padi adalah luas panen keseluruhan dari setiap kecamatan se-Kabupaten Sidoarjo yaitu 12786.632 Ha seperti pada tabel 4.11.

4.7 Hasil Pemodelan Persamaan Garis Regresi

Pemodelan persamaan regresi linier didasarkan pada data berkala *subround* produksi padi periode tahun 1999 – 2014. Data produksi padi tersebut didapatkan dari Dinas Pertanian, Peternakan, dan Perkebunan Kabupaten Sidoarjo. Variabel terikat (Y) dalam penelitian ini adalah produksi padi, sedangkan variabel bebas (X) adalah luas panen. Hasil kurva persamaan regresi linier dapat dilihat pada gambar 4.14 berikut ini :



Gambar 4.14 Kurva Pemodelan Persamaan Regresi Linier

Untuk mengetahui tingkat korelasi hubungan antara variabel luas panen dan produksi padi dilakukan uji regresi statistik. Hasil uji statistik tersebut terdapat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Uji Regresi Statistik

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Standard Error Estimasi
1	0,993	0,870	0,867	0,00647

R adalah koefisien korelasi r yang menunjukkan keeratan hubungan antara variabel bebas X dengan variabel tak bebas Y dengan nilai 0,993. Sedangkan *R square* adalah koefisien determinasi yang menunjukkan variasi keragaman total Y yang dapat diterangkan oleh variasi variabel X

dengan nilai 0,870. Artinya, 87% dari variabel tak bebas Y (produksi padi) dipengaruhi oleh variabel bebas X (luas panen). Keeratan hubungan dapat dilihat juga dari nilai *standard error* atau salah baku variabel Y yang sangat kecil.

Pada pemodelan garis regresi untuk estimasi juga diperoleh tabel anova (analisa varian). Tabel anova pada prinsipnya sama seperti sidik ragam regresi atau bisa disebut uji F yang digunakan untuk uji keragaman dalam menentukan garis regresi yang terbaik. Uji F dilakukan karena jumlah data lebih dari 30. Tabel anova dari pemodelan garis regresi adalah sebagai berikut :

Tabel 4.8 Anova

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Significance
Regresi	1,285E10	1	1,285E10	306,981	0,000
Residual	1,926E9	46	4,187E7		
Total	1,1478E10	47			

Significance F adalah sama dengan nilai peluang dari nilai F-hitung. Namun pada penelitian ini F-hitung tidak dibandingkan dengan F tabel tapi nilai *significance* F dibandingkan peluang (p) standar yaitu 5% dan 1%. Apabila nilai *significance* F < (p = 0,05) artinya sama dengan $F_{hit} > F_{(tabel\ 5\%)}$ yaitu tolak H_0 yang menyatakan bahwa garis regresi penduga (\hat{Y}) linier sederhana yang didapat tersebut adalah garis regresi yang terbaik untuk menerangkan bahwa variabel bebas X berpengaruh nyata terhadap variabel tak bebas Y dan juga sebaliknya. Dalam penelitian ini nilai *significance* adalah 0,000 sehingga garis regresi penduga adalah garis regresi terbaik untuk menerangkan kedua variabel tersebut.

Hasil akhir dari pemodelan garis regresi adalah persamaan regresi seperti pada tabel 4.9 berikut ini :

Tabel 4.9 Persamaan Garis Regresi

Model	Unstandardized Coefficients		Standard Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
Konstanta	-5360,267	3727,574	0.933	-1,438	0,157
Luas Panen	6,306	0,360		17,52	0,000

Dari tabel 4.9 dapat disimpulkan persamaan garis regresi berdasarkan grafik tersebut adalah sebagai berikut :

$$Y = - 5360,267 + 6,306 X + e \quad (11)$$

Dimana Y adalah produksi padi dan X adalah luas panen. Persamaan regresi tersebut yang digunakan selanjutnya dalam estimasi produksi padi Kabupaten Sidoarjo pada *subround* 1 tahun 2015.

4.8 Estimasi Produksi Padi

Estimasi produksi padi dilakukan menggunakan persamaan regresi yang sudah didapatkan. Berdasarkan hasil persamaan regresi tersebut, estimasi produksi padi yang dihitung adalah estimasi perkecamatan dan keseluruhan.

Dari tabel 4.6, terlihat bahwa fase yang memiliki luas terbesar adalah fase *Tillering* dan *Seedling*. Hal ini membuktikan bahwa pada waktu pemantauan yaitu Januari, Kabupaten Sidoarjo sedang terjadi fase tanam.

Pemantauan produksi padi adalah hal yang penting sepanjang waktu dan perlu dilakukan secara temporal untuk bahan pengontrolan komoditas beras yang dibutuhkan masyarakat. Pemantauan yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan teknologi penginderaan jauh yang ideal seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Teknologi ini akan memberikan kemudahan pemantauan yang efektif daripada metode pemantauan langsung yang dilakukan BPS.

Teknologi penginderaan jauh tersebut menghasilkan perkiraan luas panen berdasarkan fase pertumbuhan .

Teknologi penginderaan jauh citra satelit Landsat 8 sebenarnya bisa digunakan untuk mengestimasi produktivitas padi, namun tidak menggunakan hasil indeks vegetasi terbaik yang dipilih yaitu NDVI. NDVI dipilih karena memiliki korelasi hubungan sangat baik dengan fase pertumbuhan padi. Apabila untuk mengestimasi produktivitas padi menggunakan NDVI hasil korelasi akan berbeda. Sehingga perhitungan produksi padi bukan diperoleh dari hasil perkalian estimasi luas panen dan estimasi produktivitas , namun diperoleh dari persamaan regresi.

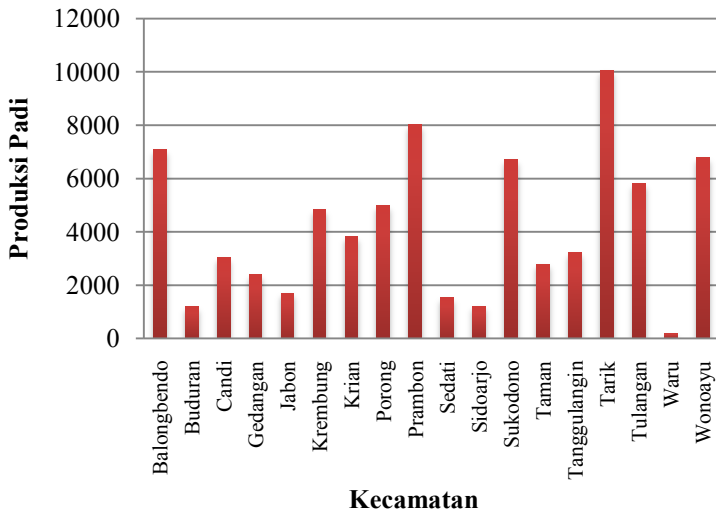
Hasil produksi padi tidak hanya digunakan untuk komoditas beras namun juga digunakan untuk bibit, pakan, dan ada juga padi yang tercecir saat proses pemanenan. Sehingga data produksi padi yang dilaporkan ke Badan Pertanian seringkali tidak sesuai dengan hasil estimasi. Sehingga hasil estimasi produksi padi masih perlu dilakukan validasi lapangan.

Hasil estimasi produksi padi pada tabel 4.10 merupakan padi yang sudah dikonversi ke beras sesuai faktor konversi bahan makanan untuk perhitungan produksi BPS. Sehingga dalam waktu panen terdekat (1-2 minggu kedepan sejak waktu pemantauan) adalah 13.906,213 ton beras. Sedangkan untuk 1 – 3 minggu kedepan adalah 29.158,722 ton beras. Sedangkan produksi padi yang termasuk sebagai produksi *subround* 1 atau waktu pemantuan Januari – April adalah dari fase *Seedling* sampai fase *Mature grain* yaitu sebesar 75272.239 ton beras.

Tabel 4.10 Luas dan Produksi Padi Perkecamatan

Kecamatan	Luas (Ha)	Produksi (Ton)
Balongbendo	1200.796	7068.835
Buduran	201.920	1188.661
Candi	515.794	3036.369
Gedangan	406.123	2390.759
Jabon	288.003	1695.411
Krembung	820.943	4832.722
Krian	649.771	3825.065
Porong	845.321	4976.227
Prambon	1362.032	8017.999
Sedati	256.962	1512.685
Sidoarjo	205.395	1209.119
Sukodono	1138.264	6700.720
Taman	473.055	2784.775
Tanggulangun	547.051	3220.374
Tarik	1706.195	10044.020
Tulangan	984.308	5794.414
Waru	32.898	193.665
Wonoayu	1151.803	6780.425
Total	12786.633	75272.239

Dari tabel 4.10 dapat dibuat grafik batang seperti pada gambar 4.15. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa kecamatan yang memiliki produksi padi yang paling banyak adalah kecamatan Tarik, Prambon, Balongbendo, Sukodono, Wonoayu. Sedangkan produksi padi yang paling sedikit terdapat pada kecamatan Waru, Sidoarjo, Buduran, dan Sedati. Hal ini karena kecamatan tersebut merupakan pusat industri dan pembangunan.



Gambar 4.15 Grafik Produksi Padi Perkecamatan

4.9 Uji Validasi Hasil Estimasi

Uji validitas pada penelitian ini dilakukan pada padi yang siap dipanen. Padi yang siap dipanen dilakukan perontokan untuk memisahkan bulir padi dan kulitnya sehingga dapat diketahui produktivitas padinya. Produktivitas padi didapatkan dari perhitungan Gabah Kering Giling (GKG). Produktivitas merupakan penjumlahan dari produktivitas hasil ubinan suatu kabupaten dibagi dengan banyak ubinannya.

Nilai produksi hasil estimasi didapatkan dari peramalan menggunakan satu variabel yaitu luas panen. Sehingga diperlukan pembandingan untuk mengetahui validasi hasil estimasi produksi padi tersebut. Pembandingan dalam hal ini adalah nilai produksi dilapangan.

Seperti peramalan yang digunakan oleh BPS, ramalan produksi adalah perkalian antara ramalan luas panen dan

produktivitas. Pada penelitian ini ramalan luas panen diperoleh dari klasifikasi NDVI sedangkan produktivitas diperoleh dari pengukuran langsung dilapangan yang akan mewakili *subround* 1 (Januari – April).



Gambar 4.16 Pengambilan Sampel Ubinan

Untuk mendapatkan nilai GKG dilakukan pemanenan secara langsung mengikuti standar pengambilan sampel ubinan dari Badan Pertanian yaitu 2,5 m x 2,5 m. Yang dilakukan pada pengambilan sampel pertama kali adalah pengkaplingan sesuai ukuran, kemudian dilakukan pengambilan tanaman padi. setelah itu dilakukan perontokan dan dijemur dibawah sinar matahari hingga kering. Hasil gabah yang kering kemudian dipilah untuk memisahkan gabah yang berisi dan gabah yang kosong.

GKG hasil pengambilan sampel padi dilapangan seluas 6,25 m² sebesar bruto 4 kg dan netto 3,9 kg. Jadi, untuk luas area 1 hektar (10.000 m²) perlu dilakukan konversi sebagai berikut :

$$\frac{10.000}{6,25} m^2 \times 3,9 \text{ kg} = 6,24 \text{ kg}$$

Produktivitas adalah Sehingga produktivitas padi di lapangan adalah 6,24 kg. Kemudian produktivitas tersebut dikalikan luas panen, sehingga produksi padi sebesar 79788.59 ton.

Nilai produksi padi hasil perhitungan produktivitas padi yang diperoleh secara langsung dilapangan dan luas panen kemudian digunakan sebagai pembanding hasil estimasi. Perbandingan produksi padi terdapat pada tabel 4.11.

Tabel 4.11 Perbandingan Produksi Padi Ramalan dan Lapangan

Produktivitas	Luas Panen(Ha)	Produksi Padi Lapangan	Angka Ramalan	Selisih
6,24	12786.63	79788.59	75272.24	4516.349

Selain validasi sesuai data lapangan, dilakukan juga validasi dengan uji berdasarkan garis regresi yaitu uji regresi statistic dan uji F atau *significance* F. Uji statistik tersebut dilakukan dengan penambahan data yaitu data hasil pengolahan berupa luas panen dan produksi padi. Tabel uji regresi statistik adalah sebagai berikut :

Tabel 4.12 Uji Regresi Statistik

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Standard Error Estimasi
1	0,934	0,872	0,870	0,00640

Dari tabel uji regresi statistik yang dihasilkan setelah ditambahkan data pengolahan hasil ramalan produksi padi dan luas panen dapat dilihat nilai koefisien determinasi adalah 0,870. Hal ini membuktikan bahwa model persamaan regresi tetap baik karena $> 0,5$. Sedangkan hasil uji F adalah sebagai berikut :

Tabel 4.13 Anova

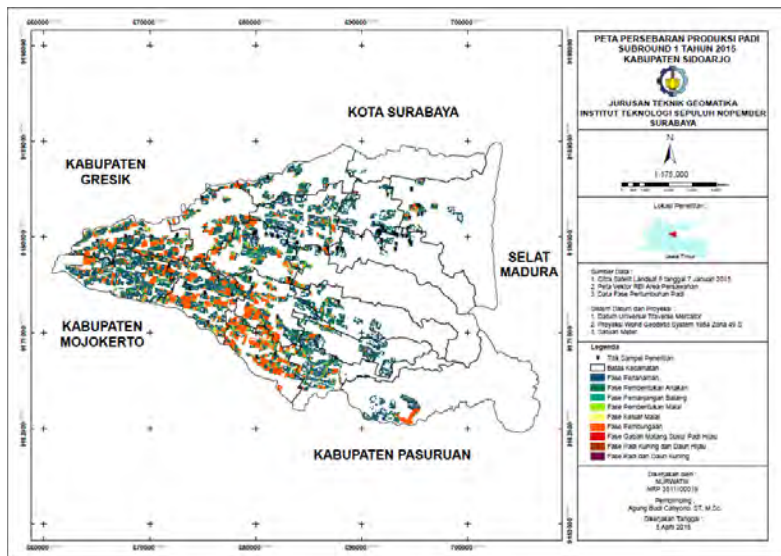
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Significance
Regresi	1.315E10	1	1.315E10	320.896	0,000
Residual	1.926E9	47	4.098E7		
Total	1.508E10	48			

Pada tabel anova 4.13 dapat dilihat bahwa nilai *significance* adalah 0,000. Hal ini membuktikan produksi padi masih berkorelasi kuat dengan luas panen. Sehingga nilai estimasi produksi padi bisa dikatakan dapat digunakan.

Meskipun selisihnya 4516.349 ton namun nilai tersebut dapat memenuhi model persamaan regresi.

4.10 Peta Persebaran Produksi Padi

Peta produksi padi didapatkan dari hasil klasifikasi fase pertumbuhan padi menggunakan indeks vegetasi terbaik yaitu NDVI citra satelit Landsat 8 yang telah ditampilkan dan dilakukan proses *masking* area persawahan Kabupaten Sidoarjo tahun 2013. Hasil peta produksi padi terdapat pada gambar 4.15.



Gambar 4.17 Peta Persebaran Produksi Padi *Subround* 1 Kabupaten Sidoarjo

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Dari proses regresi linier antara fase pertumbuhan padi dan nilai indeks vegetasi diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) untuk NDVI sebesar 0.846, untuk SAVI sebesar 0.804, dan untuk MSAVI sebesar 0.740. Sehingga indeks vegetasi terbaik yang dipilih untuk mengklasifikasikan fase pertumbuhan padi adalah NDVI.
- b. Dari proses perhitungan luas panen menunjukkan fase 6 *Flowering*, fase 2 *Tillering*, dan fase 1 *Seedling* adalah yang mendominasi. Hal ini membuktikan bahwa pada waktu pemantauan yaitu bulan Januari merupakan fase tanam. Luas panen yang diperoleh sebesar 12786.632 Ha.
- c. Dari proses pemodelan persamaan garis regresi diperoleh korelasi hubungan antara produksi padi dan luas panen sebesar 0,870 dan garis regresi penduga dengan *significance* sebesar 0,000. Persamaan yang diperoleh untuk estimasi produksi padi adalah $Y = - 5360,267 + 6,306 X + e$.
- d. Dari proses estimasi produksi padi diperoleh produksi padi yang paling banyak berasal dari Kecamatan Tarik, Prambon, Balongbendo, Wonoayu dan Sukodono. Sedangkan produksi padi keseluruhan Kabupaten Sidoarjo pada *Subround* I sebesar 75272.239 ton beras.

5.2 Saran

Dari pelaksanaan penelitian ini terdapat saran untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut :

- a. Untuk estimasi produksi padi yang lebih baik, sebaiknya menggunakan variabel yang lebih banyak seperti jumlah pupuk yang digunakan pada padi, banyaknya irigasi yang

digunakan, curah hujan maupun variabel lain yang mempengaruhi produksi padi.

- b. Citra satelit yang digunakan masih tergantung cuaca, sebaiknya untuk penelitian selanjutnya memilih citra satelit sistem aktif yang tidak tergantung cuaca dan gangguan awan.
- c. Pengambilan sampel pengamatan fase pertumbuhan padi sebaiknya dilakukan rentang 3 hari sebelum atau setelah tanggal perekaman citra. Hal ini mengingat pertumbuhan padi yang cepat.
- d. Penelitian ini dapat menjadi pertimbangan pengambilan kebijakan pangan, sehingga akan lebih baik penelitian selanjutnya dihubungkan dengan dampak sosial ekonomi masyarakat di daerah penelitian.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Data Luas Panen dan Produksi Padi Kabupaten Sidoarjo Tahun 1999 – 2014
Lampiran B	Pengolahan Regresi Linier
Lampiran C	Meta Data Citra Satelit Landsat 8
Lampiran D	Dokumentasi Lapangan
Lampiran C	Peta Persebaran Produksi Padi <i>Subround</i> 1 Kabupaten Sidoarjo

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN A
DATA LUAS PANEN DAN PRODUKSI PADI
KABUPATEN SIDOARJO TAHUN 1999 – 2014

Tahun	Subround	Luas Panen (Ha)	Produktivitas (kw/ha)	Produksi (Ton)
1999	1	14,773	56.80	83,904
	2	11,106	48.50	53,865
	3	8,048	43.62	35,106
2000	1	14,240	53.16	75,693
	2	9,854	47.13	46,446
	3	8,302	52.06	43,224
2001	1	14,584	59.20	86,331
	2	8,178	51.27	41,925
	3	7,305	50.85	37,145
2002	1	12,547	59.82	75,061
	2	9,907	48.26	47,810
	3	8,302	56.87	47,215
2003	1	8,119	52.80	42,865
	2	10,031	50.20	50,355
	3	9,869	58.09	57,325
2004	1	11,938	53.33	63,667
	2	8,990	51.27	46,089
	3	7,077	58.23	41,212
2005	1	12,824	54.46	69,840
	2	8,003	54.83	43,882
	3	6,592	57.36	37,815

2006	1	12,248	54.93	67,284
	2	9,994	55.51	55,473
	3	6,258	53.78	33,655
2007	1	7,543	60.16	45,377
	2	13,890	60.27	83,714
	3	8,346	54.97	45,882
2008	1	13,078	67.27	87,979
	2	8,037	64.23	51,622
	3	7,988	54.69	43,685
2009	1	15,335	64.47	98,868
	2	11,183	58.38	65,290
	3	5,903	57.54	33,966
2010	1	12,712	67.02	85196
	2	10,205	55.08	56209
	3	8,357	60	50142
2011	1	14,511	52.43	76081
	2	7,301	47.62	34767
	3	6,967	68.82	47947
2012	1	13,236	64.55	85438
	2	9,945	65.38	65020
	3	7,844	67.85	53222
2013	1	11,920	61.17	72920
	2	6,678	50.78	33909
	3	10,614	68.82	73044
2014	1	10,798	66.79	72115
	2	7,864	67.04	52724
	3	11,963	66.29	79299

LAMPIRAN B

PENGOLAHAN REGRESI LINIER

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Luas Panen (Ha) ^a		. Enter

- a. All requested variables entered.
- b. Dependent Variable: Produksi (Ton)

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.933 ^a	.870	.867	6.4707427E3

- a. Predictors: (Constant), Luas Panen (Ha)

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1.285E10	1	1.285E10	306.981	.000 ^a
	Residual	1.926E9	46	4.187E7		
	Total	1.478E10	47			

- a. Predictors: (Constant), Luas Panen (Ha)

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	-5360.267	3727.574		-1.438	.157
Luas Panen (Ha)	6.306	.360	.933	17.521	.000

a. Dependent Variable: Produksi (Ton)

Coefficients^a

Model	Collinearity Statistics	
	Tolerance	VIF
1 (Constant)		
Luas Panen (Ha)	1.000	1.000

a. Dependent Variable: Produksi (Ton)

Collinearity Diagnostics^a

Model	Dimension	Eigenvalue	Condition Index	Variance Proportions	
				(Constant)	Luas Panen (Ha)
1	1	1.968	1.000	.02	.02
	2	.032	7.855	.98	.98

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN C

METADATA CITRA SATELIT LANDSAT 8

```
GROUP = L1_METADATA_FILE
  GROUP = METADATA_FILE_INFO
    ORIGIN = "Image courtesy of the U.S.
Geological Survey"
    REQUEST_ID = "0501501069369_00017"
    LANDSAT_SCENE_ID =
"LC81180652015007LGN00"
    FILE_DATE = 2015-01-07T05:28:55Z
    STATION_ID = "LGN"
    PROCESSING_SOFTWARE_VERSION =
"LPGS_2.4.0"
  END_GROUP = METADATA_FILE_INFO
GROUP = PRODUCT_METADATA
  DATA_TYPE = "L1T"
  ELEVATION_SOURCE = "GLS2000"
  OUTPUT_FORMAT = "GEOTIFF"
  SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_8"
  SENSOR_ID = "OLI_TIRS"
  WRS_PATH = 118
  WRS_ROW = 65
  NADIR_OFFNADIR = "NADIR"
  TARGET_WRS_PATH = 118
  TARGET_WRS_ROW = 65
  DATE_ACQUIRED = 2015-01-07
  SCENE_CENTER_TIME = 02:35:49.0230312Z
  CORNER_UL_LAT_PRODUCT = -6.18160
  CORNER_UL_LON_PRODUCT = 112.07738
  CORNER_UR_LAT_PRODUCT = -6.17339
  CORNER_UR_LON_PRODUCT = 114.14486
  CORNER_LL_LAT_PRODUCT = -8.29524
  CORNER_LL_LON_PRODUCT = 112.08241
  CORNER_LR_LAT_PRODUCT = -8.28419
```

```
CORNER_LR_LON_PRODUCT = 114.15951
CORNER_UL_PROJECTION_X_PRODUCT =
619200.000
CORNER_UL_PROJECTION_Y_PRODUCT = -
683400.000
CORNER_UR_PROJECTION_X_PRODUCT =
848100.000
CORNER_UR_PROJECTION_Y_PRODUCT = -
683400.000
CORNER_LL_PROJECTION_X_PRODUCT =
619200.000
CORNER_LL_PROJECTION_Y_PRODUCT = -
917100.000
CORNER_LR_PROJECTION_X_PRODUCT =
848100.000
CORNER_LR_PROJECTION_Y_PRODUCT = -
917100.000
PANCHROMATIC_LINES = 15581
PANCHROMATIC_SAMPLES = 15261
REFLECTIVE_LINES = 7791
REFLECTIVE_SAMPLES = 7631
THERMAL_LINES = 7791
THERMAL_SAMPLES = 7631
FILE_NAME_BAND_1 =
"LC81180652015007LGN00_B1.TIF"
FILE_NAME_BAND_2 =
"LC81180652015007LGN00_B2.TIF"
FILE_NAME_BAND_3 =
"LC81180652015007LGN00_B3.TIF"
FILE_NAME_BAND_4 =
"LC81180652015007LGN00_B4.TIF"
FILE_NAME_BAND_5 =
"LC81180652015007LGN00_B5.TIF"
FILE_NAME_BAND_6 =
"LC81180652015007LGN00_B6.TIF"
```

```
FILE_NAME_BAND_7 =  
"LC81180652015007LGN00_B7.TIF"  
FILE_NAME_BAND_8 =  
"LC81180652015007LGN00_B8.TIF"  
FILE_NAME_BAND_9 =  
"LC81180652015007LGN00_B9.TIF"  
FILE_NAME_BAND_10 =  
"LC81180652015007LGN00_B10.TIF"  
FILE_NAME_BAND_11 =  
"LC81180652015007LGN00_B11.TIF"  
FILE_NAME_BAND_QUALITY =  
"LC81180652015007LGN00_BQA.TIF"  
METADATA_FILE_NAME =  
"LC81180652015007LGN00_MTL.txt"  
BPF_NAME_OLI =  
"LO8BPF20150107021543_20150107025930.01"  
BPF_NAME_TIRS =  
"LT8BPF20150106000000_20150131235959.03"  
CPF_NAME = "L8CPF20150101_20150331.01"  
RLUT_FILE_NAME =  
"L8RLUT20130211_20431231v09.h5"  
END_GROUP = PRODUCT_METADATA  
GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES  
CLOUD_COVER = 27.95  
IMAGE_QUALITY_OLI = 9  
IMAGE_QUALITY_TIRS = 9  
ROLL_ANGLE = -0.001  
SUN_AZIMUTH = 121.45177455  
SUN_ELEVATION = 57.83845633  
EARTH_SUN_DISTANCE = 0.9833030  
GROUND_CONTROL_POINTS_VERSION = 2  
GROUND_CONTROL_POINTS_MODEL = 180  
GEOMETRIC_RMSE_MODEL = 9.380  
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_Y = 7.039  
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_X = 6.199  
END_GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
```

GROUP = MIN_MAX_RADIANCE

RADIANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 786.09430
RADIANCE_MINIMUM_BAND_1 = -64.91592
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 804.97015
RADIANCE_MINIMUM_BAND_2 = -66.47470
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 741.77313
RADIANCE_MINIMUM_BAND_3 = -61.25587
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 625.50488
RADIANCE_MINIMUM_BAND_4 = -51.65440
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 382.77780
RADIANCE_MINIMUM_BAND_5 = -31.60992
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_6 = 95.19336
RADIANCE_MINIMUM_BAND_6 = -7.86110
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 32.08526
RADIANCE_MINIMUM_BAND_7 = -2.64961
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 707.89941
RADIANCE_MINIMUM_BAND_8 = -58.45856
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_9 = 149.59825
RADIANCE_MINIMUM_BAND_9 = -12.35387
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_10 = 0.10000
RADIANCE_MINIMUM_BAND_10 = 0.10000
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_11 = 0.10000
RADIANCE_MINIMUM_BAND_11 = 0.10000

END_GROUP = MIN_MAX_RADIANCE

GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE

REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_1 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_2 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_3 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_4 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_5 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_6 = 1.210700

```
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_6 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_7 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_8 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_9 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_9 = -0.099980
END_GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_1 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_1 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_2 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_2 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_3 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_3 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_4 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_4 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_5 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_5 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_6 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_6 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_7 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_7 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_8 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_8 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_9 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_9 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_10 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_10 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_11 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_11 = 1
END_GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
RADIANCE_MULT_BAND_1 = 1.2986E-02
RADIANCE_MULT_BAND_2 = 1.3298E-02
RADIANCE_MULT_BAND_3 = 1.2254E-02
```





RADIANCE_MULT_BAND_4 = 1.0333E-02
RADIANCE_MULT_BAND_5 = 6.3232E-03
RADIANCE_MULT_BAND_6 = 1.5725E-03
RADIANCE_MULT_BAND_7 = 5.3003E-04
RADIANCE_MULT_BAND_8 = 1.1694E-02
RADIANCE_MULT_BAND_9 = 2.4713E-03
RADIANCE_MULT_BAND_10 = 0.0000E+00
RADIANCE_MULT_BAND_11 = 0.0000E+00
RADIANCE_ADD_BAND_1 = -64.92891
RADIANCE_ADD_BAND_2 = -66.48800
RADIANCE_ADD_BAND_3 = -61.26812
RADIANCE_ADD_BAND_4 = -51.66473
RADIANCE_ADD_BAND_5 = -31.61624
RADIANCE_ADD_BAND_6 = -7.86267
RADIANCE_ADD_BAND_7 = -2.65014
RADIANCE_ADD_BAND_8 = -58.47026
RADIANCE_ADD_BAND_9 = -12.35634
RADIANCE_ADD_BAND_10 = 0.10000
RADIANCE_ADD_BAND_11 = 0.10000
REFLECTANCE_MULT_BAND_1 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_2 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_3 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_4 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_5 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_6 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_7 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_8 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_9 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_ADD_BAND_1 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_2 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_3 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_4 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_5 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_6 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_7 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_8 = -0.100000




```
REFLECTANCE_ADD_BAND_9 = -0.100000
END_GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
  K1_CONSTANT_BAND_10 = 774.89
  K1_CONSTANT_BAND_11 = 480.89
  K2_CONSTANT_BAND_10 = 1321.08
  K2_CONSTANT_BAND_11 = 1201.14
END_GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
  MAP_PROJECTION = "UTM"
  DATUM = "WGS84"
  ELLIPSOID = "WGS84"
  UTM_ZONE = 49
  GRID_CELL_SIZE_PANCHROMATIC = 15.00
  GRID_CELL_SIZE_REFLECTIVE = 30.00
  GRID_CELL_SIZE_THERMAL = 30.00
  ORIENTATION = "NORTH_UP"
  RESAMPLING_OPTION = "CUBIC_CONVOLUTION"
END_GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
END_GROUP = L1_METADATA_FILE
END
```




“Halaman ini sengaja dikosongkan”




LAMPIRAN D
DOKUMENTASI LAPANGAN




Dokumentasi Perhitungan Sampel Ubinan	
	
Pengukuran Ubinan	Pemanenan
	
Perontokan	Pengeringan

Lokasi	Fase	Foto
Sukodono	1	
Sukodono	1	
Buduran	1	

Sukodono	2	
Sedati	2	
Sedati	3	

Wonoayu	3	
Sukodono	4	
Sedati	4	

Wonoayu	4	
Wonoayu	5	
Wonoayu	6	

Sukodono	7	
Sedati	8	
Sedati	9	

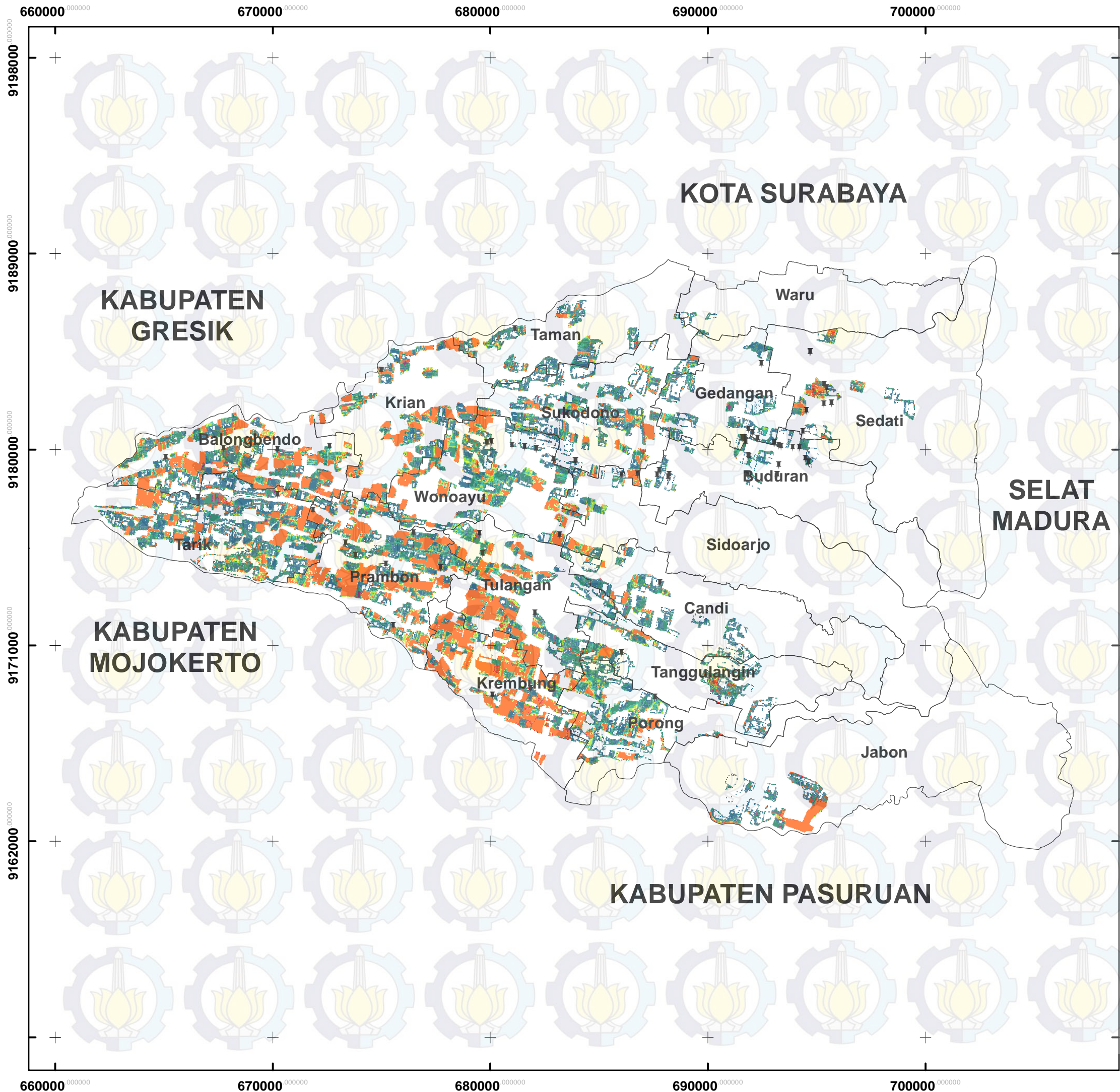
LAMPIRAN E
DATA PENGAMBILAN SAMPEL LAPANGAN

x	y	Fase	Umur (hari)	Kecamatan
691864	9180905	1	7	Gedangan
688212	9178825	2	14	Sidoarjo
688167	9178703	1	6	Sidoarjo
687672	9178793	1	8	sukodono
687755	9179007	1	7	sukodono
686763	9178861	6	55	sukodono
683942	9179464	3	25	sukodono
683902	9179452	1	8	sukodono
682120	9179995	2	12	wonoayu
682114	9180020	1	5	wonoayu
681579	9180095	1	7	wonoayu
681007	9180172	9	90	wonoayu
679863	9180293	9	88	wonoayu
679820	9180314	9	85	wonoayu
680060	9180334	1	5	wonoayu
691815	9178850	1	7	buduran
693040	9180308	1	9	Buduran
693058	9180295	3	24	Buduran
693261	9180182	1	7	Buduran
694371	9180798	1	6	Sedati
694528	9181780	7	66	Sedati
695336	9182966	5	45	Sedati
695458	9182812	1	9	Sedati
694210	9180079	9	92	Sedati

692274	9180491	2	15	Buduran
691693	9180460	1	7	Buduran
691670	9180521	1	7	Buduran
691580	9180516	1	8	Buduran
691580	9180520	1	8	Buduran
692453	9183905	1	5	Sedati
694695	9184441	1	6	Sedati
695343	9182971	5	45	Sedati
695687	9182110	2	13	Sedati
695674	9182112	2	13	Sedati
695326	9182065	7	65	Sedati
693892	9180068	5	40	Sedati
693366	9180136	3	24	Sedati
693168	9178826	1	8	Buduran
693178	9178822	1	8	Buduran
693256	9179258	2	14	Buduran
694472	9179567	2	14	Buduran
694617	9179398	1	7	Buduran
694614	9179391	1	7	Buduran
691885	9179651	9	85	Buduran
691852	9179702	2	13	Buduran
691750	9180319	9	90	Buduran
672612	9180137	8	75	Balongbendo
670228	9179989	1	6	Balongbendo
667736	9180029	4	35	Balongbendo
665093	9179608	2	14	Balongbendo
671859	9177183	6	55	Prambon
670232	9177913	9	85	Tarik
666573	9177763	7	65	Tarik

676463	9176151	3	24	Prambon
679511	9176135	6	55	Tulangan
675531	9171885	6	50	Prambon
681845	9168988	2	12	Krembung
686025	9170628	2	14	Tanggulangin
682057	9172454	1	7	Tulangan
677717	9174544	4	35	Prambon
673802	9175100	1	5	Prambon
683194	9176048	6	56	Wonoayu
687791	9173865	1	8	Candi
681133	9185511	2	17	Taman
674982	9183606	7	65	Krian
687563	9168604	9	90	Porong
680101	9168693	7	65	Krembung
673354	9175668	1	13	Prambon
694702	9184470	8	77	Sedati
686019	9178812	9	89	Sidoarjo
691713	9180320	9	85	Buduran
675204	9174703	1	10	Prambon
679654	9175199	2	14	Tulangan
692052	9180743	9	85	Buduran
682910	9179526	9	85	wonoayu

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



**PETA PERSEBARAN FASE PERTUMBUHAN PADI
SUBROUND 1 TAHUN 2015
KABUPATEN SIDOARJO**

**JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

N

0 500 1,000 2,000 3,000 4,000 Meters

Lokasi Penelitian :

Jawa Timur

Sumber Data :

1. Citra Satelit Landsat 8 tanggal 7 Januari 2015
2. Peta Vektor RBI Area Persawahan
3. Data Fase Pertumbuhan Padi

Sistem Datum dan Proyeksi :

1. Proyeksi Universal Traverse Mercator Zona 49 S
2. Datum World Geodetic System 1984
3. Satuan Meter

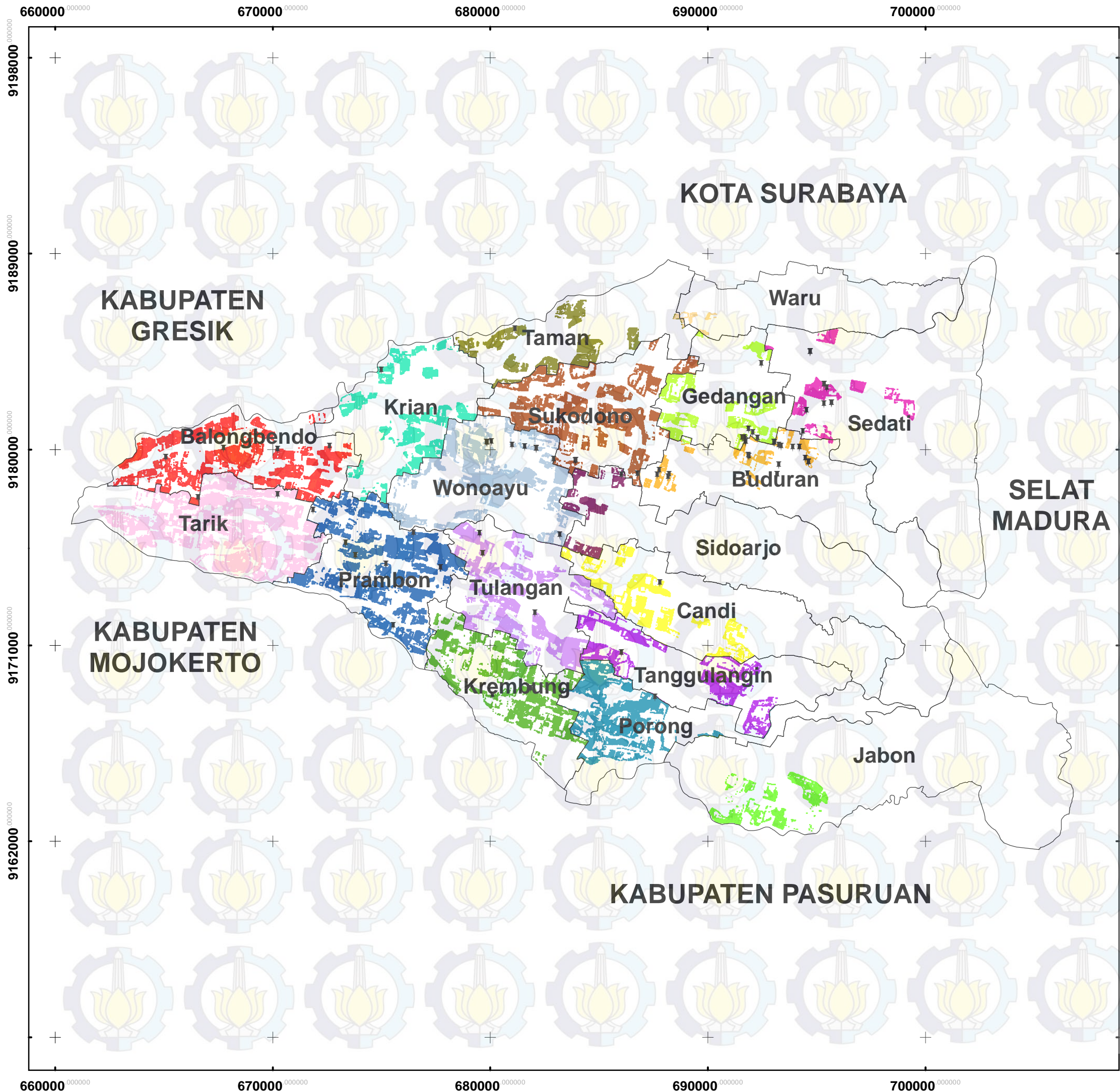
Legenda

- Titik Sampel Penelitian
- Batas Kecamatan
- Fase Penanaman
- Fase Pembentukan Anakan
- Fase Pemanjangan Batang
- Fase Pembentukan Malai
- Fase Keluar Malai
- Fase Pembungaan
- Fase Gabah Matang Susu/ Padi Hijau
- Fase Padi Kuning dan Daun Hijau
- Fase Padi dan Daun Kuning

Dikerjakan oleh :
NURWATIK
NRP 3511100019

Pembimbing :
Agung Budi Cahyono, ST, M.Sc.

Dikerjakan Tanggal :
5 April 2015



**PETA PERSEBARAN PRODUKSI PADI
SUBROUND 1 TAHUN 2015
KABUPATEN SIDOARJO**



**JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

N



0 500 1,000 2,000 3,000 4,000 Meters

Lokasi Penelitian :



Sumber Data :

1. Citra Satelit Landsat 8 tanggal 7 Januari 2015
2. Peta Vektor RBI Area Persawahan
3. Data Fase Pertumbuhan Padi

Sistem Datum dan Proyeksi :

1. Proyeksi Universal Traverse Mercator Zona 49 S
2. Datum World Geodetic System 1984
3. Satuan Meter

Produksi Padi

Titik Sampel Penelitian	8.017,9 ton
Batas Kecamatan	1.512,7 ton
7.068,8 ton	1.209,1 ton
1.188,7 ton	6.700,7 ton
3.036,4 ton	2.784,8 ton
2.390,8 ton	3.220,4 ton
1.695,4 ton	10.004,0 ton
4.832,7 ton	5.794,4 ton
3.825,1 ton	6.780,4 ton
4.976,2 ton	193,7 ton

Dikerjakan oleh :
NURWATIK
NRP 3511100019

Pembimbing :
Agung Budi Cahyono, ST, M.Sc.

Dikerjakan Tanggal :
5 April 2015

DAFTAR PUSTAKA

- Addhitama,Fajar Akbar.2009. Pengaruh Konversi LahanPertanian Terhadap Produksi Padi (Studi Kasus : Kabupaten Asahan Provinsi Sumatera Utara). Medan : Skripsi Universitas Sumatera Utara
- Agribisnis.Pedoman Penanganan Pasca Panen.<URL : agribisnis.deptan.go.id >. Dikunjungi pada tanggal 6 Oktober 2014, jam 16.16.
- Anderson, J. R., Hardy, E., Roach, J., dan Witmer, R. 1976. A Landuse and Landcover Clasification System for Use with Remote Sensor Data. Washington DC: US Geological Survey
- Anonim.2014.Penginderaan Jauh.< URL : <http://www.wikipedia.go.id>>. Diakses pada tanggal 6 Oktober 2014, jam 13.15.
- As- Syakur, A.R., Adnyana,I.W. 2009.Analisis Indeks Vegetasi Menggunakan Citra ALOS/AVNIR-2 dan Sistem Informasi Geografi (SIG) untuk Evaluasi Tata Ruang Kota Denpasar.Jurnal Bumi Lestari Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH) Universitas Udayana 9, 1:1-11
- Badan Pusat Statistik.2014.Konsep Padi dan Palawija.<URL :http://www.bps.go.id/aboutus.php?id_subyek=01&tabel=1&fl=2> . Diakses pada tanggal 6 oktober 2014, jam 13.00.
- Deri.2014.Apa Manfaat PENGINDERAAN JAUH untuk Pertanian ??. < URL : <https://deriahadianisa21.wordpress.com/apa-manfaat-penginderaan-jauh-untuk-pertanian/>> Dikunjungi pada tanggal 15 Desember 2014, jam 12.00.
- Dianovita, Mahendra, R.2014. Kajian Ketelitian Geometri Citra Landsat 8 Level 1T.Jakarta: Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh LAPAN
- Danoedoro,Projo.2012.Pengantar Penginderaan Jauh Digital.Yogyakarta:Penerbit ANDI

- Humas DPRD Sidoarjo.2011.Produksi Padi Sidoarjo Masih Aman.<URL :dprd-sidoarjokab-go.id/produksi-padi-sidoarjo-masih-aman.html>. Dikunjungi pada tanggal 21 september 2014, jam 11.34.
- Humas DPRD Sidoarjo.2013.Lahan Pertanian Tinggal 18 Hektare.<URL :<http://dprd-sidoarjokab.go.id/lahan-pertanian-tinggal-18-hektare.html>>. Dikunjungi pada tanggal 21 Oktober 2014, jam 14.00.
- Humas DPRD Kab. Sidoarjo.2013.Pariwisata Sidoarjo.<URL : pariwisata.sidoarjokab.go.id> Diakses pada tanggal 21 Oktober 2014, jam 12.13.
- J.Supranto,MA. 1986. Pengantar Probabilita dan Statistik Induktif: Jilid 2. Jakarta : Penerbit Erlangga
- Lillesand, T.M., dan Kiefer, R.W. 1994. Remote Sensing and Image Interpretation. Diterjemahkan oleh Dulbahri, Prapto Suharsono, Hartono, Suharyadi.Yogyakarta : Gajah Mada University Press
- Makarim,Suhartatik.____.Morfologi dan Fisiologi Tanaman Padi. Jakarta:Balai Besar Penelitian Tanaman Padi
- Mardiani,Dewi.2013.Petani Baru Gemari 3 Varietas Padi Unggulan Batan. <URL : <http://www.republika.co.id/berita/nasional/jawa-tengah-diy-nasional/13/11/26/mwv45i-petani-baru-gemari-3-varietas-padi-unggulan-batan>>.Dikunjungi pada tanggal 6 oktober 2014, jam11.00.
- Noer, M. 2008. “Estimasi Produksi Tanaman Padi Sawah di Kabupaten Bekasi, Karawang, dan Subang”. Depok: Skripsi Departemen Geografi UI.
- Parsa, I.M.2014.Studi Komparasi Beberapa Teknik Analisis Citra Landsat Multiwaktu untuk Pemetaan Lahan Sawah (Studi Kasus: Tanggamus- Lampung). Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh, Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh : 243-252

- Prihatman, Kemal.2000.Padi.Jakarta:Kantor Deputi Menegristek Bidang Pendayagunaan dan Pemasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi
- Purbowaseso, Bambang.1995.Penginderaan Jauh Terapan.Jakarta:Universitas Indonesia
- Purwadhi, F. H. 2001. Interpretasi Citra Digital. Jakarta: PT Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Putra,Erwin Hardika.2011.Penginderaan Jauh dengan ER Mapper.Yogyakarta : Graha Ilmu
- Rahayu, Candra,D.S.2014.Koreksi Radiometrik Citra Landsat 8 Kanal Multispektral Menggunakan Top of Atmosphere (ToA) untuk Mendukung Klasifikasi Penutup Lahan.Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh, Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh :762-767.
- Samosir,N.2011.Pengertian Regresi Linier.<URL : Repository.usu.ac.id>. Diakses pada tanggal 6 oktober 2014, jam 13.30.
- Sari,Vivi D.2013.Analisa Eestimasi Produksi Padi Berdasarkan Fase Tumbuh dan Model Peramalan Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 (Studi Kasus : Kabupaten Bojonegoro).Surabaya: Tugas Akhir Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Setyawan,A.R.2011.Analisis Band Optimal Enhanced Vegetation Index (EVI) pada Citra Hiperspektral untuk Mengestimasi Fase Tumbuh dan Produktivitas Padi (Studi Kasus : Kabupaten Karawang). Surabaya : Tugas Akhir Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Sitanggang, G. 2010. “Kajian Pemanfaatan Satelit Masa Depan: Sistem Penginderaan Jauh Satelit LDCM (Landsat-8)”. Berita Dirgantara 11, 2, 47-58
- Sudir, NS. Mengenal Tanaman Padi.<URL : <http://www.artikelpadi.com>>. Dikunjungi pada tanggal 3 November 2014, jam 09.00

- Sugiarti, H., Megawarni, A. 2010. Koefisien Determinasi sebagai Ukuran Kesesuaian Model pada Regresi Robust. Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Terbuka
- Syafriyyin, M. A. Rauf. 2013. Metode Klasifikasi Berbasis Analisa Nilai Spektral dalam Pemetaan Fase Pertumbuhan Tanaman Padidengan Data Hiperspektral (Studi Kasus : Kabupaten Karawang). Surabaya: Tugas Akhir Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- USGS. 2012. Data Format Control Book (DFCB). Sioux Falls: Department of the Interior U.S. Geological Survey
Department of the Interior U.S. Geological Survey
- USGS. Landsat 8 History. <URL : <https://landsat.usgs.gov>>. Dikunjungi pada tanggal 21 September 2014, jam 19.32.
- Wahyunto, H.H. Djohar, dan Marsoedi DS. 1995. "Analisis data penginderaan jauh untuk mendukung identifikasi dan inventarisasi lahan sawah di daerah Jawa Barat". Prosiding Pertemuan Teknis Penelitian Tanah dan Agroklimat, Cisarua Bogor. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat
- Wahyunto, Widagdo, dan Bambang Heryanto. 2006. "Pendugaan Produktivitas Tanaman Padi Sawah Melalui Analisis Citra Satelit". Peneliti Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian 15, 6: 854-855.

BIODATA PENULIS



Nurwatik, dilahirkan di Sidoarjo, 21 November 1993. Penulis adalah anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Samsul Ma'arif dan Rupi'ah. Penulis menempuh pendidikan formal di MI Islamiyah Banjarsari Buduran Sidoarjo, SMP Negeri 1 Buduran Sidoarjo, dan MAN Sidoarjo jurusan IPA. Setelah lulus penulis melanjutkan kuliah S-1 di Jurusan Teknik Geomatika FTSP-ITS tahun 2011 melalui jalur SNMPTN dan terdaftar sebagai mahasiswa ITS dengan NRP 3511100019. Selama menjadi mahasiswa S-1 penulis aktif dalam pelatihan pengembangan diri yaitu LKMM TD dan kegiatan organisasi intra kampus yaitu Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (BEM FTSP) sebagai staff Departemen Kesejahteraan Mahasiswa dan asisten sekretaris umum. Untuk menyelesaikan studi S-1, penulis memilih bidang keahlian Geospasial yaitu Penginderaan Jauh (*Remote Sensing*).

“Halaman ini sengaja dikosongkan”